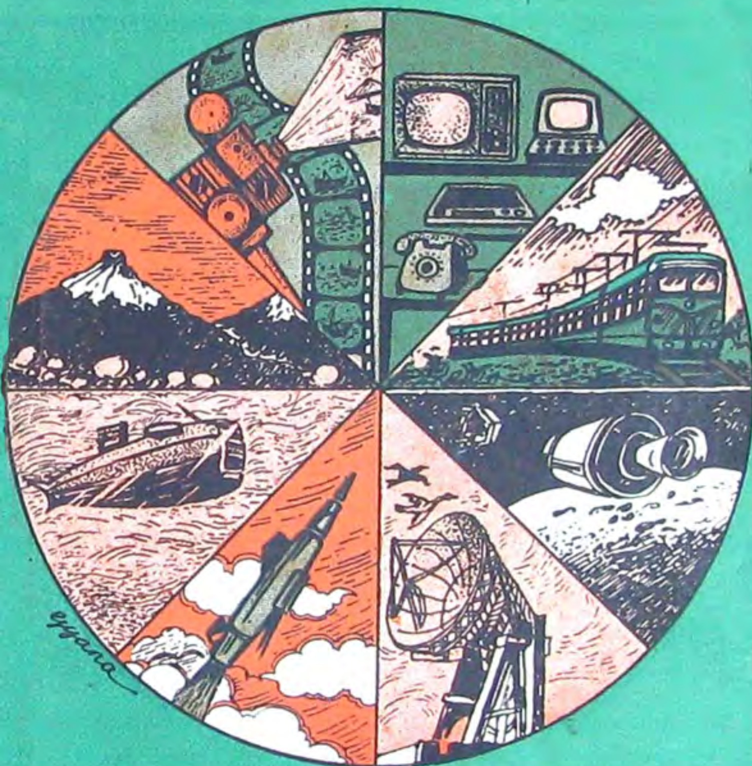
ବିଜ୍ଞାନ କଥା

ଆଲୋକ



ଗୋପାଳ ଚନ୍ଦ୍ର ପଟନାୟକ

ବିଜ୍ଞାନ କଥା—୮

ଆଲୋକ

ଲେଖକ :
ଗୋପାଳ ଚନ୍ଦ୍ର ପଟ୍ଟନାୟକ

ଜାଗରଣ ପ୍ରକାଶନୀ
ଝଣିନାବନ୍ଧ, ଦାସ ସାହି, କଟକ-୭୫୩୦୦୧

ବିଜ୍ଞାନ କଥା—୮

ଆଲୋକ

ଲେଖକ : ଗୋପାଳ ଚନ୍ଦ୍ର ପଟ୍ଟନାୟକ
ଧାଉଡ଼ପୁର, ଭୁବନେଶ୍ୱର-୨

ପ୍ରକାଶକ : ଚୌଧୁରୀ ବଣଦ୍ଧାନନ୍ଦ ନନ୍ଦ
ବଣିନାବର, ଡାସ ସାହୁ
କଟକ—୭୫୩୦୧୨

ମୁଦ୍ରଣ : ସୁବ ପ୍ରିଣ୍ଟର୍ସ
କଟକ—୭୫୩୦୧୨

ପ୍ରକାଶନ କାଳ : ୧୯୯୧

ମୂଲ୍ୟ : ଟ ୭-୫୦

ଆଲୋକ

ଧାନ ଅମଳ କରିବାକୁ ଗାଁକୁ ଯାଇଥିଲି । କପିଳେଶ୍ୱର ପୁର ଆମ ଗାଁ । ପୁରୀରୁ ୧୦ କି.ମି. । ସାଇକେଲ୍ ଡ଼େରି ଠିଆ ହୋଇଛି । ସ୍କୁଲ ପିଲାଏ ଆସି ଘେରିଗଲେ ଓ କହିଲେ "ଆଜ ସାର୍ ଆସିଛନ୍ତି । ଆମକୁ ବିଜ୍ଞାନ ଉପରେ କ'ଣ କହିବେ ।"

—ହଉ, ହଉ । ଦେଖିବା ।

—ନାହିଁ ସାର୍, ଦେଖିବା କହିଲେ ଚଳିବନି । ଆମେ କ'ଣ ହେଲେ ଶୁଣିବୁ ।

ଆଚ୍ଛା ହେଉ ! ତମେ ସବୁ ଆମ ବଗିଚାକୁ ଯାଅ । ମୁଁ କାମ ସାରି ଯିବି । ସେଇଠି କ'ଣ ହେଲେ କହିବି ।

—ହଉ ସାର୍ । ନମସ୍କାର ।

(ସମସ୍ତେ ଦଉଡ଼ି ଦଉଡ଼ି ଫେରିଗଲେ)

ଠିକ୍ ଏତକ ବେଳେ ଆମ ଖମାରି ଲକ୍ଷ୍ମଣ ଆସି ପହଞ୍ଚିଲା । ଭରତଆ, କାର୍ତ୍ତିକା ମଧ୍ୟ ଆସିଗଲେ । ଧାନ ଅମଳ, ଜଳେଇ ହିସାବ, ନଡ଼ିଆ ହିସାବ ଓ ଭରଜ ଅଡ଼ୁଆ ସବୁ ବୁଝୁଁ ବୁଝୁଁ ବେଳେ ଗଡ଼ିଗଲା । ଗ୍ରାମର ମହାପାତ୍ର (ଆମ ବିଦ୍ୟାଳୟର ବିଜ୍ଞାନ ଶିକ୍ଷକ) ଆସି ପହଞ୍ଚିଲେ । ସେ'ବି ପିଲାଙ୍କ କଥା ଶୁଣିଛନ୍ତି । ଏମିତି କଥାବାର୍ତ୍ତା ପଦେ ଅଧେ ହୋଇଛି କି ନାହିଁ, ମହାପାତ୍ରେ ଆମ ବଗିଚା ଆଡ଼କୁ ଯିବାକୁ କହିଲେ ।

× × ×

ଭରା'ଖା ନଇକୂଳ । ଖରା ଗଡ଼ି ଯାଇଛି । ଝୁଲୁଝୁଲିଆ ପବନ । ଆମ୍ବଗଛ ଛାଇ । ଏ ସବୁର ମନୋରମ ମିଶ୍ରଣ ମତେ ମୁଗଧ୍ କଲା । ଭାବିଲି ଆଜ ପିଲାଙ୍କୁ ଆଲୋକ ଉପରେ ଦି'ପଦ କହିବି ।

—ପିଲାଏ କହିଲ, ଆଲୋକ କ'ଣ ?

—ଆଲୋକ ପ୍ରତିଫଳନ କରେ ସାର୍ ।

—ଆଲୋକ ରଶ୍ମିର ପ୍ରତିସରଣ ବି ଘଟେ ସାର୍ ।

—ଆଲୁଅ ନଥିଲେ ଅନ୍ଧାର । କିଛି ଦେଖାଯିବନି ।

—ସୂର୍ଯ୍ୟର ଆଲୋକ ଅଛି ।

—ଚନ୍ଦ୍ରର ବି ଆଲୋକ ଅଛି ।

ଏମିତି କେତେ ଉତ୍ତର ଚପଳମତି ବାଳକ ବାଳିକା ମାନେ ଦେଲେ । ମନେ ମନେ ଖୁସିହେଲି । ଯାହାହେଉ ପିଲାଏ କେତେକଥା ଜାଣିଛନ୍ତି । ଦେଶ ଆଗେଇଛି । ଆଜିର ପିଲାଏ ଆସନ୍ତା କାଲିର ନାଗରିକ । ଏମାନେ ଦେଶକୁ ଆଗେଇବେ ।

ହଠାତ୍ ଝଙ୍କାର ସାର୍ କହିଲେ—ସା'ର୍ କ'ଣ ଭାବୁଛନ୍ତି ?

—ଭାବୁଛି ପିଲାମାନଙ୍କୁ ଆଲୋକ ଉପରେ କିଛି ଅଧିକା କହିବି ।

—ତା'ହେଲେ କୁହନ୍ତୁ ସାର୍ ! ଆମେ ସମସ୍ତେ ଶୁଣିବା ।

ବଡ଼ବାବୁ (ମୋ ନାଁ ଗାଁରେ ଏବେ ବି ରହିଛି) ଆସିଛନ୍ତି ବୋଲି ଆଜି କେତେକ ଲୋକ ଆସି ଜୁଟିଲେଣି । × × ×

ପୃଥିବୀରେ ମଣିଷ ଯେଉଁଦିନ ଠାରୁ ତା'ର ଜୀବନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ କଲାଣି, ସେହି ଦିନଠାରୁ ସେ ଆଲୋକର ପ୍ରଭାବ ଉପରେ ପ୍ରଭାବିତ ହୋଇଛି । ଆଲୋକ ଥିବା ବେଳେ ଅର୍ଥାତ୍ ଦିନବେଳେ ମଣିଷ ବୁଲି ବୁଲି ଶୀକାର କରେ ଓ ରାତିର ଅନ୍ଧାର ଭିତରେ କେଉଁ ଗଛ ଉପରେ ବା କେଉଁ ଗୁମ୍ଫା ରେ ବିଶ୍ରାମ ନିଏ । ସେ ଜାଣିଛି ଯେ, ଆଲୁଅ ନଥିବା ଅବସ୍ଥା ଅନ୍ଧାର ଅଟେ । ଆଦିମ ମଣିଷର ଜ୍ଞାନ ନଥିଲେ ବି ଚନ୍ଦ୍ରଗ୍ରହଣ, ସୂର୍ଯ୍ୟୋଦୟ, ଦିନ, ରାତି, ଜହ୍ନରାତି, ଇନ୍ଦ୍ରଧନୁ ଓ ଚନ୍ଦ୍ରକଳାର ହ୍ରାସ ବୃଦ୍ଧିକୁ ସେ ଦେଖି ଆସିଛି । ରାତିରେ ଆକାଶରେ ଅସଂଖ୍ୟ ତାରାର ସମ୍ଭାର । ସମସ୍ତେ ଯେମିତି ତା' ଆଡ଼କୁ ଜଳ ଜଳ କରି ଅନେଇ ରହିଛନ୍ତି । କିଏ କିଏ ଆଖି ମିଟିକା ବି ମାରୁଛନ୍ତି । ବର୍ଷାପରେ ଇନ୍ଦ୍ରଧନୁର ତୋରଣ ଆଦିମ ମଣିଷକୁ ବିଭୋର କରିଥିବ । କିନ୍ତୁ ସେ ଜାଣିନଥିବ ଏସବୁ ଯେମିତି ଆଲୁଅର ଦେହ ଭିତରୁ ଗୋଟିଏ ପରେ ଗୋଟିଏ ବାହାରୁଛନ୍ତି । କେବେକେବେ ଆଦିମ ମଣିଷ ପୋଖରୀ ପାଖରେ ବସିଥିବ

ହୁଏତ ତାର ଆବାସ୍ ଓ ଇନ୍ଧ ଯନ୍ତ୍ର । ଆମୋଦ ପ୍ରମୋଦରେ ମାତି-ଥିବ । ଅଥବା ତା'ର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସେ ଦେଖିଥିବ ଜଳ ପୃଷ୍ଠରେ । ବିସ୍ମୟିତ ହୋଇଥିବ । ସେ କ'ଣ ଜାଣିଥିବ ଯେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ କିଛି ନୁହେଁ କେବଳ ପ୍ରତିଫଳନର ପରିଣାମ ମାତ୍ର । ସ୍ୱଚ୍ଛ ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ମାଛ,କଇଁଛ ଖେଳୁ-ଥିବେ । ସେ ସୋଝାସିଧା ଦୃଶ୍ୟାନ୍ତ ତାହା ଦେଖିଥିବ । ସେ କ'ଣ ବୁଝିଥିବ ପ୍ରତିସରଣ କ'ଣ ?

ତଥାପି ଭୂପୃଷ୍ଠରେ ଆଦିମ କାଳରୁ ଆଲୁଅର ଖେଳ ଅବିରତ ଚାଲି ଆସିଛି । ଜୀବଜନ୍ତୁ ଓ ମଣିଷ ଏସବୁର ପ୍ରଭାବରେ ହଜାର ହଜାର କୋଟି କୋଟି ବର୍ଷ ଧରି ପୃଥିବୀରେ ରହି ଆସିଛି । ପ୍ରକୃତିର ଖେଳ ଅଲକ୍ଷ୍ୟ ସୃଷ୍ଟି । ଏ ଯେତେ ପ୍ରକାର ଆଲୋକର ଧମକାରି, ହଜାର ହଜାର ବର୍ଷ ଧରି ଆଜି ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବି ଆମକୁ ବିମୋହିତ କରି ଆସିଛି । ତେବେ ଆଦିମ ମଣିଷ ପାଖରେ ଆଲୋକର ଅର୍ଥ ବିଶେଷ କିଛି ନଥିଲା ।

ସେ ଆଲୋକ ବିଷୟରେ କିଛି ବୁଝୁ ନଥିଲା । ସକାଳ ହେଲେ ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକ ପଡ଼େ । ଆଦିମ ମଣିଷ ଦେଖିପାରେ । ସେ ଚାଲେ ଶୀକାର ପାଇଁ । ଅନ୍ଧାର ରାତିରେ ବେଳେବେଳେ ବିଜୁଳି ମାରେ । ତାରି ଝଲକ ଭିତରେ ସେ ତା'ର ସାଥିମାନଙ୍କୁ ଦେଖିପାରିଥିବ । କାରଣ ବିଜୁଳିର ଆଲୋକ ଅଛି । ଜହ୍ନରାତି । ସାହସ କରି ଆଦିମ ମଣିଷ ଗୁମ୍ଫାରୁ ବେଳେବେଳେ ବାହାରି ଦେଖିଥିବ କେତେ ନରମ ଆଲୁଅ । ସେ ଦେଖି-ପାରୁଛି ସବୁଠି ରାତିରେ ବି । ପ୍ରଥମେ ପ୍ରଥମେ ଆଶ୍ଚର୍ଯ୍ୟ ହୋଇଥିବ । କାରଣ ଚନ୍ଦ୍ରରୁ ବି ଆଲୋକ ଝରେ ! ପରେ ସେ ଶିଖିଥିବ ଜାଳିବା ପ୍ରକ୍ରିୟା । ଓଃ, ଜଳିବାରୁ କି ଆଲୋକ ବାହାରେ । ତେବେ ମୋର ତମ ମାନଙ୍କୁ ଏତିକି କହିବା କଥା ଯେ, ଆଲୋକ ଆଦିମ କାଳରୁ ଅର୍ଥାତ୍ ପୃଥିବୀର ଆରମ୍ଭ କାଳ(୪୬୦ କୋଟି ବର୍ଷ) ଠାରୁ ଏ ଆଲୋକ ଆଜିଯାଏ ତାର ଅବଦାନ ରଖି ଆସିଛି ।

ଇତିହାସ ଓଲଟାଇଲେ ଜାଣି ପାରିବା ଯେ, ବହୁକାଳ ପୂର୍ବେ ଏଠାରେ ଗୋଟିଏ ସଭ୍ୟତା ଥିଲା, ଯାହା ମଣିଷର ସଭ୍ୟତାକୁ ଗୋଟିଏ ନୂଆ ରୂପ ଦେଇ ଗଢ଼ିଦେଲା । ସେ ସଭ୍ୟତା ଗ୍ରୀସ୍, ମିଶର ଓ ରୋମ୍‌ରେ

ଉଦ୍ଭାବିତ ହୋଇଥିଲା । ସେତେବେଳେ ପ୍ରକୃତରେ ରୂପରେ ଏମାନେ ବାଘେର ନ ହୋଇ ବରଂ "କଣ" ?, "କାହିଁକି" ? ଓ "କପରି" ? ପରି ବହୁ ପ୍ରଶ୍ନର କେତୋଟି ଉତ୍ତର ଖୋଜ ବାହାର କରିଥିଲେ । ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ପିଥୋଗୋରସ୍ (Pythagoras) ଓ ପ୍ଲାଟୋ (Plato) ଅନ୍ୟତମ । ଆଜି ଜଣେ ଦାର୍ଶନିକ ଥିଲେ ଙୀର ଆଲୋକ୍-- ଜାଣିବାର । ତେବେ ଆସ ଦେଖିବା ଆଲୋକ ଉପରେ ସେତେବେଳର କେତେକ ମତବାଦ ।

ପିଥାଗୋରସଙ୍କ ମତବାଦ ଅନୁଯାୟୀ :

ସେତେବେଳେ ସେମାନେ ପରୀକ୍ଷା କରି ନଥିଲେ । ତେବେ ପ୍ରକୃତରେ ବରିଷ୍ଠ ରୂପଦେଖି, ପ୍ରକୃତରେ ଭିନ୍ନ ରୂପ ବା ଆଲୋକ ଉପରେ ନିଜ ନିଜର ମତ ପୋଷଣ କରୁଥିଲେ । ତାଙ୍କ ମତରେ ଆଲୋକ କୌଣସି ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପଡ଼ିଲେ, ଉକ୍ତ ବସ୍ତୁରୁ କେତେକ କଣିକା ନିଃସୃତ ହୋଇ ଆମ ଆଖି ଉପରେ ପଡ଼ିବାରୁ ଆମେ ତାକୁ ଦେଖିପାରୁ । "ଆଲୋକ" ଉପରେ ଏ ଗୋଟିଏ ମତ ।

ପ୍ଲାଟୋଙ୍କ ମତବାଦ ଅନୁଯାୟୀ :

ଠିକ୍ ସେହି ସମୟରେ ପ୍ଲାଟୋ ନାମକ ଏକ ଖ୍ୟାତ ଦାର୍ଶନିକ ଆଲୋକ ଉପରେ ଅନ୍ୟ ଗୋଟିଏ ମତ ପୋଷଣ କଲେ । ଏହା ଅବଶ୍ୟ ଟିକିଏ ଜଟିଳ । ତାଙ୍କ ମତରେ ଦେଖିବାଟା

(କ) ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କ ଠାରୁ ଆସୁଥିବା କିରଣ
(ଖ) ଏହି ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକ ଯେଉଁ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପଡ଼େ, ଓ
(ଗ) ଦେଖୁଥିବା ମଣିଷର ଆଖି

ଗୁଡ଼ିକର ପାରସ୍ପରିକ କ୍ରିୟା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ତେବେ ସେ ଯାହା ହେଉନା କାହିଁକି, ଆଲୋକ ଉପରେ ଏ ଦୁଇଟି ସର୍ବପ୍ରଥମ ମତ । ଏଗୁଡ଼ିକ କେବଳ ନିଜେ ଚିନ୍ତା କରୁଥିବା ଗ୍ରନ୍ଥ୍ୟରୁ ଅନୁଶୀଳନ ହେଉଥିବା ଆତ୍ମାନୁଭୂତ । ଏହାପରେ ସେ ଯୁଗର ଦୁଇ ବିଶିଷ୍ଟ ଦାର୍ଶନିକ ଆଲୋକ ଉପରେ ଦୁଇଟି ମତ ପୋଷଣ କରିଥିଲେ । କିନ୍ତୁ କହିବାକୁ

ଗଲେ ଦୁଇଟିଯାକ ମତର କିଛି କିଛି ଭାଗ ତମେ ପରେ ପରେ ସତ ବୋଲି ଜାଣି ପାରିବ ।

ଏମିତି ବହୁବର୍ଷ ଅତୀତ ହେଲା । ଆଲୋକ ମଣିଷ ଆଗରେ ଠିକ୍ ସେମିତି ଗୋଟିଏ ଅଭିନବ ପ୍ରହେଳିକା ହୋଇ ରହିଗଲା ।

୧୬୨୧ ମସିହା :

ଏହି ମସିହାରେ ଜଣେଇ ବିଶିଷ୍ଟ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନବିତ୍ ଓ୍ୱିଲ୍‌ବ୍ରୋର୍ଡ୍ ସ୍ନେଲ୍ (Snell) ପ୍ରତିସରଣ ନିୟମ ଉଦଭାବନ୍ କଲେ । କିନ୍ତୁ ସେ ମରିଗଲା ପରେ, ଆଉ ଜଣେ ବୈଜ୍ଞାନିକ ରେନେଁ ଡେସ୍‌କାର୍ଟେସ୍ ଏହି ନିୟମ ସୂତ୍ରକୁ ପ୍ରକାଶିତ କରିବା ଦ୍ୱାରା ସ୍ନେଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ସମସ୍ତଙ୍କ ଗୋଚରକୁ ଆସିଲା । ଏହି ପ୍ରତିସରଣ ନିୟମ ଆମ ସମସ୍ତଙ୍କୁ ଜଣା । ତମେ ସବୁ ଏ ନିୟମ କଥା ଜାଣ ?

ହଁ, ସାର୍ ।

ତେବେ ମୁଁ ଏଠାରେ କହିବାକୁ ଚାହେଁ ଯେ ରେନେଁ ଡେସ୍‌କାର୍ଟେସ୍, ସ୍ନେଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମକୁ ଅନୁଧ୍ୟାନ କରି ଗୋଟିଏ ମତରେ ଉପନୀତ ହେଲେ ।

ରେନେଁ (Rene)ଙ୍କ ମତ

ସେ ଯୁକ୍ତି କଲେ, ଆଲୋକ ଯେତେବେଳେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମ ଦେଇ ଯାଏ, ସେତେବେଳେ ଉକ୍ତ ମାଧ୍ୟମରେ ଏକପ୍ରକାର ଚାପ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଏହି ଚାପ ହିଁ ଆଲୋକ ଅଟେ । ରେନେଁ ଭାବିଲେ, ଆଲୋକର ବେଗ ଘନ ମାଧ୍ୟମରେ ଅଧିକ । ରେନେଁ ଯେଉଁ ଚାପ କଥା କହିଲେ, ତାହା ଆଧୁନିକ ମତବାଦର ପରିପ୍ରେକ୍ଷି । ଅଥଚ ରେନେଁ ଯେମିତି ଚାପ ସହିତ ଆଲୋକର ସମ୍ପର୍କ ଯୋଡ଼ିଛନ୍ତି ତାହା ଠିକ୍ ନୁହେଁ ।

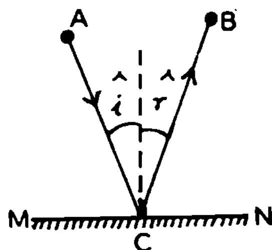
ଫେର୍‌ମାଟ୍‌ଙ୍କ ମତବାଦ (Fermat's Principle):

ଫେରମାଟ୍ ଜଣେ ପ୍ରଖ୍ୟାତ୍ ବୈଜ୍ଞାନିକ । ତାଙ୍କ ମତ ହେଲା— ପ୍ରକୃତି ତାର କାର୍ଯ୍ୟଗୁଡ଼ିକୁ ସବୁବେଳେ ସିଧା ସଳଖ ଉପାୟରେ (ଅର୍ଥାତ୍ ଅତି କମ୍‌ରେ) ସମ୍ପାଦିତ କରିଥାଏ । ତେବେ "ଆଲୋକ"

ଏପରି ଗୋଟିଏ ମତ ସମ୍ବନ୍ଧ କରି ଯୋଡ଼ ହୋଇଛୁ, ଆସ ଦେଖିବା। ମୁଁ ବାଲରେ ଗାର ଟାଣି ବୁଝାଇବ।

ଦୁଇଟି ଦୁରସ୍ଥିତ ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ଆଲୋକର ରେଖା ଏମିତି ଭାବରେ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରୁ ଅନ୍ୟ ବିନ୍ଦୁରେ ପହଂଚେ ଯେପରି ପହଞ୍ଚିବାଟା ସବୁଠାରୁ କମ୍ ସମୟରେ ଘଟିଥାଏ।

ଚିତ୍ର-୧କୁ ଦେଖ। A ଓ B ଦୁଇଟି ଦୁରସ୍ଥିତ ବିନ୍ଦୁ। ଆଲୋକରେଖା C ବିନ୍ଦୁ ଦେଇ ଗତି କରିବା କଥା। ଧରିନିଅ C ଗୋଟିଏ କୌଣସି ବିନ୍ଦୁ ଯାହାକି MN ସରଳରେଖା ଉପରେ ଅବସ୍ଥିତ।



ଚିତ୍ର-୧

କିନ୍ତୁ ଫେରମାଟ୍‌ଙ୍କ ମତରେ ଆଲୋକ ରେଖା A ଠାରୁ ବାହାରି B ବିନ୍ଦୁରେ ପହଞ୍ଚିବା ପାଇଁ C ପରି ହଜାର ହଜାର ବିନ୍ଦୁକୁ ଛୁଇଁପାରେ। ଅଥଚ ଆଲୋକ ରେଖା କେବଳ ଚିତ୍ର-୧ରେ ଦେଖା ଯାଇଥିବା ଭଳି C ବିନ୍ଦୁ ଦେଇ ଗତି କରିବ। କାରଣ

ଆପତନ କୋଣ $(\hat{i})$ = ପ୍ରତିଫଳନ କୋଣ $(\hat{r})$

ଯଦି ଆଲୋକ ରେଖାଟି ସେହି ଗୋଟିଏ C ବିନ୍ଦୁ ଦେଇଯିବ, ତେବେ ଆଲୋକ ରେଖାଟି ସବୁଠାରୁ କମ୍ ସମୟରେ A ଠାରୁ ବାହାରି B ଠାରେ ପହଞ୍ଚିବ। ପ୍ରକୃତରେ ଏହା ଗୋଟିଏ ଅଦ୍ଭୁତ ଘଟଣା। ଫେରମାଟ୍‌ଙ୍କ ମତ ପ୍ରକୃତରେ ଠିକ୍ ବୋଲି ପ୍ରମାଣିତ ହେଲା। କିଛି ବର୍ଷ ପରେ ସାର୍ ଓ୍ୱିଲିୟମ୍ ହାମିଲ୍‌ଟନ୍ (Sir William Hamilton) ପରୀକ୍ଷାରୁ ଉପନୀତ ହେଲେ ଯେ, ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ (μ) ଆଲୋକ ବେଗ ସହ ବିପରୀତ ଭାବେ ସମାନୁପାତୀ। ଏହା ମଧ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟତଃ ପ୍ରମାଣିତ ହୋଇ ସାରିଲା।

୧୬୬୦ ମସିହା ପରର ଚନ୍ତାଧାରା :

ଏତିକବେଳେ ଫ୍ରାନସେସ୍କୋ ଗ୍ରିମାଲ୍‌ଡି (Francesco Grimaldi) ବ୍ୟବର୍ତ୍ତନ ଘଟଣା ଉଦ୍ଭାବନ କଲେ । ସେ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ଦେଖିଲେ ଯେ ଆଲୋକ ରେଖା କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଅବରୋଧକାରୀ (ଆଲୋକ ରେଖା ପାଇଁ) ସକଳ ବସ୍ତୁକୁ ବଙ୍କେଇ ଅନ୍ୟପଟକୁ ଚାଲି ଯାଉଛି । ଆମେ ଜାଣୁ ଆଲୋକ ସବୁବେଳେ ସରଳରେଖାରେ ଗତି କରେ । ଅଥଚ ଏମନ୍ତ କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆଲୋକ ରେଖା ସ୍ୱୟଂ ବଙ୍କେଇ ଗତି କରିପାରୁଛି । ଏହା ଆଶ୍ଚର୍ଯ୍ୟଜନକ ଉଦ୍ଭାବନ । ରବର୍ଟ୍ ହୁକ୍ (Robert Hooke) ପରି ଜଣେ ବରିଷ୍ଠ ବୈଜ୍ଞାନିକ ମଧ୍ୟ ଅନୁରୂପ ଆବିଷ୍କାର ସ୍ୱାଧୀନ ଭାବେ କରିଥିଲେ । ଠିକ୍ ଏହି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଓଲଫ ରୋଇମର (Olaf Roemer) ବୋଲି ଜଣେ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଆଲୋକ ବେଗର ପରିମାଣକୁ ଚେଷ୍ଟା ଦ୍ୱାରା ବାହାର କରି ସାରା ବିଶ୍ୱରେ ଚହଳ ପକାଇଥିଲେ । ସେତେବେଳେ ରୋଇମର ବୃହସ୍ପତି ଗ୍ରହ ଓ ତାର ଉପଗ୍ରହ ମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଘଟୁଥିବା ଗ୍ରହଣ ଉପରେ ଗବେଷଣା କରୁଥିଲେ । ଉକ୍ତ ଗବେଷଣାର ଫଳ ରୂପେ ଆଲୋକ ବେଗର ପରିମାଣ ପ୍ରଥମ ଥର ପାଇଁ ଜଣା ପଡ଼ିଲା ।

ଏହି ସମୟରେ ସାର୍ ଆଇଜାକ୍ ନିଉଟନ୍ (Sir Isaac Newton) ଓ ଖ୍ରିଷ୍ଟିଆନ୍ ହ୍ୟୁଗେନ୍‌ସ (Christiaan Huygens)ଙ୍କ ଗବେଷଣା ମଧ୍ୟ ଆଲୋକକୁ ଅଧିକ ଭଲ ଭାବେ ବୁଝିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କଲା । ପ୍ରଥମେ ନିଉଟନ୍ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ତତ୍ତ୍ୱ (theory of spectrum) ଉଦ୍ଭାବନ କଲେ । ସେ ପ୍ରିଜ୍‌ମ୍ (prism); ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଶ୍ୱେତାଲୋକ (white light) ବା ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକ ପ୍ରବେଶ କରାଇ ଆଲୋକର ବିକ୍ଷେପଣ (dispersion) ପ୍ରଣାଳୀ ବୁଝାଇ ଦେଲେ । ପ୍ରିଜମ୍ ଦେଇ ଶ୍ୱେତାଲୋକର ବିକ୍ଷେପଣ ହେଲେ ଶ୍ୱେତାଲୋକର ସାତଟି ମୌଳିକ ରଙ୍ଗ (primary colour)ଅଲଗା ହୁଏ । ପ୍ରଥମ ଥର ପାଇଁ ଶ୍ୱେତାଲୋକରେ ସାତୋଟି ମୌଳିକ ରଙ୍ଗ (ଯଥା ବା-ଘ-ନି-ସ-ହ-ନା-ଲ) ଥାଏ ବୋଲି ଜଣାପଡ଼ିଲା ।

ଆଗରୁ କହିଛୁ କି ଆଲୋକର ପ୍ରତିଫଳନ, ପ୍ରତିସରଣ, ବିକ୍ଷେପଣ ଓ ବିବର୍ତ୍ତନ ଗୁଣସବୁ ୧୭୫୦ ପରେ ବେଳକୁ ଆବିଷ୍କୃତ ହୋଇ ଗଲଣି । ଏଣୁ ଏଗୁଡ଼ିକ ସବୁ ଆଲୋକର କେଉଁ ଧର୍ମ ଦ୍ୱାରା ବୁଝାଯାଇ ପାରିବ; ସେ ବିଷୟରେ ସମସ୍ତେ ଗମ୍ଭୀର ଚିନ୍ତା ଆରମ୍ଭ କରି ଦେଲେ । ନିଉଟନ୍‌ଙ୍କ ନେତୃତ୍ୱରେ ଗୋଟିଏ ଗବେଷକ ଦଳ ଚିନ୍ତା କଲେ କି ଆଲୋକ ରଶ୍ମି କଣିକା (particle)ଯୁକ୍ତ ଏବଂ ଆଲୋକ ରେଖା ଏହି ଗୁଣ ହେତୁ ସରଳ ରେଖାରେ ଗତିକରେ । ଆଲୋକର କଣିକା ରୂପକୁ ନେଇ ପ୍ରତିଫଳନ ଓ ପ୍ରତିସରଣ ଭଳି କେତେକ ଘଟଣା (phenomenon) ମଧ୍ୟ ବୁଝିହେଲା । କିନ୍ତୁ କଣିକା (corpuscule) ଗୁଡ଼ିକ କେମିତି ତାହା ଉପରେ, ସେ ଆଉ ବିଶେଷ ଆଲୋକପାତ କରି ନଥିଲେ । ନିଉଟନଙ୍କ ମତରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଦୀପ୍ତବସ୍ତୁ (lumminous body)ରୁ ତା'ର ଚାରିପଟ ଅଞ୍ଚଳକୁ ଆଲୋକ କଣିକା (ବା ଆଲୋକ ରଶ୍ମି) ବିଚ୍ଛୁରିତ ହୋଇ ଥାଏ । କିନ୍ତୁ ସେ କଣିକା ଗୁଡ଼ିକର ଧର୍ମ ଉପରେ ଆଉ କିଛି କହିଲେ ନାହିଁ । ସେତେବେଳେ ଆଲୋକର ନିଉଟନ୍‌ଙ୍କ ମତବାଦ ବେଶ୍ ଆଦୃତ ହେଲା । ଏହି ମତବାଦର ଗୋଟିଏ କଥା ହେଲା ଯେ ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷା ସମର୍ଥିତ ଫଳକୁ ଏହା ସମର୍ଥନ କରିପାରିଲା ନାହିଁ । ଆଗରୁ କହି ରଖିଛୁ ଯେ ଫେରମାଟ୍‌ଙ୍କ ମତାନୁଯାୟୀ ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ (refractive index) ଆଲୋକ ବେଗ ସହ ବିପରୀତ ଭାବେ ସମାନୁପାତୀ । ଅଥଚ ନିଉଟନ୍‌ଙ୍କ କଣିକାବାଦରୁ ଜଣା ପଡ଼ିଲା ଯେ, ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ଆଲୋକବେଗ ସହ ସମାନୁପାତୀ । ଏହି ବିପରୀତ ମନ୍ତବ୍ୟ ନିଉଟନ୍‌ଙ୍କ କଣିକା ବାଦକୁ ଜୋରରେ ଦୋହଲାଇ ଦେଲା ।

ଏତିକବେଳେ ହ୍ୟୁଗେନ୍ ଆଲୋକର ତରଙ୍ଗାୟିତ ବା ଢେଉ ଗତିର ଏକ ଦୃଢ଼ ସମର୍ଥକ ଥିଲେ । ତାଙ୍କ ନେତୃତ୍ୱରେ ବହୁ ଗବେଷକ ଏହି ମତବାଦକୁ ମଧ୍ୟ ସମର୍ଥନ କରୁଥିଲେ । ତେଣୁ ଆଲୋକର ତରଙ୍ଗ-ବାଦକୁ ସମର୍ଥକ ଜଣାଇ ହ୍ୟୁଗେନ୍ କହୁଥିଲେ, ଧକ୍କାଯୋଗୁ ଆଲୋକର ଗତିକୁ କଣିକା ବା ଗାରରେ ଚିନ୍ତା କରାଗଲା । ଦୁଇଟି କଣିକାଯୁକ୍ତ ବା ଗାରଯୁକ୍ତ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଯେ କୌଣସି ଦଗରୁ ଆସି ପରସ୍ପରରେ

ବାଡ଼େଇ ହୋଇ ଯିବାର ସମ୍ଭାବନା ଅଛି । ଏହା ଫଳରେ ଦୁଇଟି ଆଲୋକ ରେଖାର ସ୍ଥଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବା ସ୍ୱାଭାବିକ । ପ୍ରକୃତରେ ଏପରି ଘଟି ନଥାଏ । ବରଂ ସେ ଚିନ୍ତାକଲେ ଯେ, ଆଲୋକ ରେଖା ତରଙ୍ଗାୟିତ ରୂପରେ ଆଗେଇ ଯାଏ । ହ୍ୟୁଗେନ୍ କହିଲେ ଯେ, କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଦୀପ୍ତବସ୍ତୁକୁ (luminous body) ମାଧ୍ୟମ (medium)ରେ ଗୋଟିଏ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ବିନ୍ଦୁ ରୂପେ ପରିକଳ୍ପନା କରାଯାଇ ପାରେ । ତାଙ୍କ କହିବାନୁଯାୟୀ ଏହି ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ବିନ୍ଦୁର ସ୍ପନ୍ଦନର ମାଧ୍ୟମରେ ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗ ସବୁ ଗତି କରି ଠିକ୍ ଅନୁରୂପ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ବିନ୍ଦୁ ସବୁ ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି ଏବଂ ଏଥିରୁ ପୁଣି ଅନେକ ତରଙ୍ଗମାଳା ସବୁ ବାହାରି ଆଗେଇ ଯାଆନ୍ତି । ଅତି ସରଳରେ କହିବାକୁ ଗଲେ, ପୋଖରୀ କୂଳରେ ବସିରହି ପୋଖରୀ ଭିତରକୁ ଢେଲାଟିଏ ପକାଅ । କ'ଣ ଦେଖିବ ? ଢେଲା ପାଣି ଛୁଇଁବା ବିନ୍ଦୁ (ଏହାକୁ ଗୋଟିଏ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ବିନ୍ଦୁ ବୋଲି କୁହାଯାଇ-ପାରେ)ରୁ କେତେ ଢେଉ ସବୁ ବାହାରି ଆସନ୍ତି ଏବଂ କିଛି ସମୟ ପରେ ଢେଉଗୁଡ଼ିକ ସାରା ପୋଖରୀକୁ ବ୍ୟାପିଯାଏ । ଏହା ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତମ ମତ । ଏହାକୁ ବର୍ତ୍ତମାନ ହ୍ୟୁଗେନ୍ଙ୍କ ମତ ବୋଲି କୁହାଯାଉ । ହ୍ୟୁଗେନ୍ଙ୍କ ନେତୃତ୍ୱରେ ତାଙ୍କ ସମର୍ଥକ ଗବେଷକ ମାନେ ପ୍ରତିଫଳନ ଓ ପ୍ରତିସରଣ ପରି କେତେକ ଆଲୋକର ଧର୍ମକୁ ଅନାୟାସରେ ବୁଝାଇ ପାରିଲେ । ତେବେ ହ୍ୟୁଗେନ୍ଙ୍କ ମତରେ ମାଧ୍ୟମରେ ତରଙ୍ଗାୟିତ ଆଲୋକ ଗତି ସବୁବେଳେ ସମାନ ରହେ ।

ତୁମର ମନରେ ପ୍ରଶ୍ନ ଉଠୁଥିବ— ଯଦି ଆଲୋକ, ତରଙ୍ଗ ମାଧ୍ୟମରେ ସମାନ ଓ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ଗତିରେ ଗତିକରେ ତେବେ ମହମ-ବତୀଟିଏ ଜଳୁଥିବା ସ୍ଥାନରୁ ବହୁ ଦୂରକୁ ଗୁଲିଗଲେ ମହମ ବତୀର ଆଲୁଅ ଦେଖାଯାଏ ନାହିଁ କାହିଁକି ? ଏହାର ଉତ୍ତର ହେଲା —ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗର ଗତି ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିବାରେ, କିନ୍ତୁ ମହମ ବତୀର ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା ଦୂରତାନୁଯାୟୀ କମି ଆସେ । କାରଣ ଆଲୋକ, ମାଧ୍ୟମରେ ଜଳୁଥିବା ବିନ୍ଦୁର ଗ୍ରୁରିଆଡ଼େ ବିଚ୍ଛୁରିତ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଆମେ ବହୁଦୂରରୁ ରହି ମହମ ବତୀ ଜଳୁଥିବାର ସ୍ଥଗକୁ ଅନାଉ । କିନ୍ତୁ ଏହି ସ୍ଥଗରେ ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗର ସଂଖ୍ୟା ବହୁ କମ୍ ଏବଂ ଏଣୁ ଏହାର ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା ମଧ୍ୟ କମ୍ ।

ଏଣୁ ମଧ୍ୟମ ବର୍ଣ୍ଣ ଆଲୁଅ ଦୂରକୁ ଦୂରକୁ କ୍ଷୀଣ ହୋଇ ଆସେ ଓ କିଛି ସମୟରେ ଅଟଠାରୁ ବେଶୀ ଦୂର ହୋଇଗଲେ ଆଲୁଅ ଆଉ ଦେଖାଯାଏ ନାହିଁ ।

ଏଣୁ ଆମ ହାତରେ ଏହି ସମୟରେ ଦୁଇଟି ଦୃଢ଼ ମତବାଦ ଆଲୋକ ଉପରେ ପରିବେଷିତ ହେଲା, ସେ ଗୁଡ଼ିକ ହେଲା—(୧) କଣିକା ବାଦ, ଓ (୨) ତରଙ୍ଗ ବାଦ । ଇତିହାସ ପୃଷ୍ଠ ଭୂମିରୁ ଆଲୋଚିତ ଦୁଇଟି ବାଦକୁ ଆମେ ବର୍ତ୍ତମାନ ଆଉ ଟିକିଏ ତର୍ଜମା କରିବା ।

କଣିକା ବାଦ :

ଏହି ମତଟି ନିଉଟନ୍ ଓ ତାଙ୍କର ସମର୍ଥକ ଗବେଷକମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ସର୍ବପ୍ରଥମେ ଆଲୋକର ଗୁଣକୁ ବୁଝାଇବାରେ ସକ୍ଷମ ହେଲା । ନିଉଟନ୍‌ଙ୍କ କହିବା ଅନୁଯାୟୀ "ଆଲୋକ କଣ" ? ତାହାର ଉତ୍ତର ସେ ଦେଇ ପାରିଥିଲେ । ତାଙ୍କ ମତରେ ଯେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଆଲୋକ ଜାତା ବା ଉତ୍ସର ବୃରଦତରେ ଅନେକ ରଶ୍ମି ଭେଦେଭେଦ କଣିକା ଦ୍ୱାରା ବହିର୍ଗତ ହୋଇଥାଏ । ଏହି କଣିକା ଗୁଡ଼ିକ, ଅତି କ୍ଷୁଦ୍ର, ହାଲୁକା ଓ ଏଗୁଡ଼ିକର ଆକୃତିର ସ୍ଥିତି ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ । ଏହି ସବୁ ଗୁଣ ହେତୁ କଣିକାକୁ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ (elastic) ବୋଲି ତତ୍କାଳୀନ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ମତ ଦେଲେ । ଏହି ଗୁଣ ହେତୁ ସ୍ଥିର କରାଗଲା ଯେ, ଆଲୋକ ଜାତା (ବା ଉତ୍ସ) ରୁ କଣିକା ଗୁଡ଼ିକ ଚତୁର୍ଦ୍ଦିଗକୁ କ୍ଷିପ୍ର ଗତିରେ ସରଳ-ରେଖାରେ ଗତି କରନ୍ତି ।

ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥ ଦେଇ ଆଲୋକ ଗତି କରେ ତାକୁ ସ୍ୱଚ୍ଛ (transparent) ପଦାର୍ଥ ଓ ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥ ଦେଇ ଆଲୋକ ଗତି କରି ନ ପାରେ ତାକୁ ଅସ୍ୱଚ୍ଛ (opaque) ପଦାର୍ଥ କହନ୍ତି । ନିଉଟନ ମତବାଦୀମାନେ କହିଲେ କଣିକା ଗୁଡ଼ିକ ଏତେ କ୍ଷୁଦ୍ର ଯେ, ଏଗୁଡ଼ିକ ଅନାୟାସରେ ସ୍ୱଚ୍ଛ ପଦାର୍ଥ ଦେଇ ଭେଦ କରିପାରେ ।

ପୁଣି କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଅତି ଦ୍ରୁତ ବେଗରେ ଗତି କରୁଥିବାରୁ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ଦ୍ୱାରା ଏହାର ଗତିପଥ (ସରଳ ରେଖାରେ ଯାଉଥିବା) ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏ ନାହିଁ । ଆଖିରେ କଣିକା ଗୁଡ଼ିକ ଆସିବା ଦୃଷ୍ଟିରୁ ଦୃଶ୍ୟମାନ ଚିତ୍ର ଆମ ମାନସ ପଟରେ ଅଙ୍କିତ ହୁଏ ଏବଂ ଆମେ ଦେଖିପାରୁ

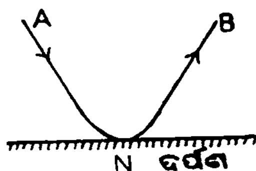
ବୋଲି କହୁ । ଚକ୍ଷୁର ଦୃଷ୍ଟିପଟଳ ଦେଖିବାରେ ଆମକୁ ସାହାଯ୍ୟ କରେ । ଆଲୋକର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ବର୍ଣ୍ଣ (colour)କୁ ବୁଝାଇବାକୁ ଯାଇ ନିଉଟନ୍ ମତବାଦ ଦେଇ କହିଲେ ଯେ, କଣିକା ଗୁଡ଼ିକ ବର୍ଣ୍ଣ ସହ ସଂଯୋଜିତ । ଭିନ୍ନ ଆକୃତିର କଣିକା ଗୁଡ଼ିକର ଭିନ୍ନ ରୂପ ଅଛି । ବର୍ଣ୍ଣ ବଦଳିବା ଅର୍ଥ କଣିକା ଆକୃତିରେ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ସ୍ପନ୍ଦନେ ତାରତମ୍ୟ ଦେଖାଦେବା । ସରଳରେ କହିବାକୁ ଗଲେ ଲାଲ ବର୍ଣ୍ଣ ଓ ବାଇଗଣୀ ବର୍ଣ୍ଣ ପାଇଁ କଣିକା-ଗୁଡ଼ିକର ଆକୃତି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଓ ଏହି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଆକୃତିର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଭିନ୍ନ ରୂପ ଆମ ଦୃଷ୍ଟିପଟଳରେ ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି । ଏହି ହେତୁ ଆମେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ରଙ୍ଗର ଦୃଶ୍ୟମାନ ଦେଖିବାକୁ ପାଉ । ତେବେ ଏ ରୂପ ପୁଣି କ'ଣ ? ତା'ର ଠିକ୍ ଉତ୍ତର ନିଉଟନ ମତାବଲମ୍ବୀମାନଙ୍କ ପାଖରେ ସେତେବେଳେ ନଥିଲା । ତେବେ ଏତିକି ଏଠାରେ ମୁଁ କହିପାରେ କି, ରୂପ ହେଲା ଆଲୋକ ସହ ଜଡ଼ିତ କଣିକା ଗୁଡ଼ିକର ଅନ୍ୟ କେଉଁଟିଏ ଧର୍ମ ଯାହା ଆବୃତ୍ତି ସହ ସମାନ । ଅଥଚ ସେତେବେଳେ ଏହି ମତଗୋଷ୍ଠୀଙ୍କ ପାଖରେ ଏପରି ସୁଦୂରପ୍ରସାରୀ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣ ନଥିଲା । ଏଣୁ ସେମାନେ 'ରୂପ' କହି ସନ୍ତୁଷ୍ଟ ହୋଇ ଥିଲେ । ନିଉଟନ୍ ମତଗୋଷ୍ଠୀଙ୍କ ଚିନ୍ତାଧାରା ଅନୁଯାୟୀ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମରେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିର ପ୍ରତିଫଳନ ବା ପ୍ରତିସରଣ ହେବା-ବେଳେ ଆଲୋକ କଣିକା ଗୁଡ଼ିକ ବିକର୍ଷଣ (repulsion) ଓ ଆକର୍ଷଣ (attraction)ର ଶିକାର ହୁଅନ୍ତି । ସେମାନେ କହିଥିଲେ ଯେ, ପ୍ରତି-ଫଳନ ଗୁଣଟି ମାଧ୍ୟମର ଆଲୋକ କଣିକା ସହିତ ବିକର୍ଷଣର ପରିଣାମ ବେଳେ ପ୍ରତିସରଣ ଗୁଣଟି ଆକର୍ଷଣର ପରିଣାମ ଅଟେ । ଆସ ଦେଖିବା ।

(କ) ପ୍ରତିଫଳନ :

ଆଲୋକର ଏହି ଗୁଣଟି ସର୍ବବିଦିତ । ଦର୍ପଣରେ ଆମେ ଆମର ଛବି ଦେଖୁ । ଖରାରେ ବାଲ୍‌ଟି ପାଣିରେ ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଆମେ ଦେଖୁ । ପ୍ରତିଫଳନ ବେଳେ

{ଆପତନ କୋଣ (Angle of Incidence)} = {ପ୍ରତିଫଳନ କୋଣ (Angle of reflection)}

କଥା ସମସ୍ତେ ଜାଣେ ।



ଚିତ୍ର—୨

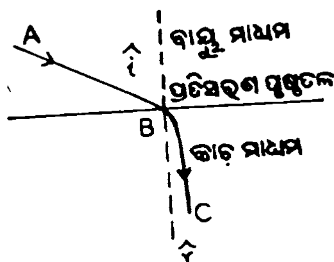
ଚିତ୍ର-୨କୁ ଦେଖ । AN ପଥରେ ଆଲୋକ ରେଖା (କଣିକା ଯୁକ୍ତ ଚିତ୍ରା କର) ଦର୍ପଣ ଉପରେ ଯେତେବେଳେ ଆସି ପଡ଼ିଥିବ, ଦର୍ପଣରେ ଥିବା କଣିକା ଗୁଡ଼ିକର ବିକର୍ଷଣ ବଳ ଆଲୋକ କଣିକା ଗୁଡ଼ିକ ଉପରେ ସେତିକି ବଢ଼ିଥିବ । ଦର୍ପଣର ଉପର ଭାଗରେ ବଙ୍କେଇ ଯାଇ NB ପଥରେ ପ୍ରତିଫଳିତ ରେଖା ହିସାବରେ ଗଣିତ ହେବ ।

ଏଣୁ ନିଉଟନ୍‌ଙ୍କ ମତାନୁଯାୟୀ କଣିକା ବାଦ ଠିକ୍ ଭାବରେ ଆଲୋକର ପ୍ରତିଫଳନ ଧର୍ମକୁ ବୁଝାଇ ପାରିଲା ।

(ଖ) ପ୍ରତିସରଣ :

ଏହାର ପ୍ରଧାନ ନିୟମଟି ହେଲା—କୌଣସି ଦୁଇଟି ମାଧ୍ୟମ ପାଇଁ ଓ ଗୋଟିଏ ବର୍ଣ୍ଣର ରଶ୍ମି ପାଇଁ, ଆପତନ କୋଣର sine ଓ ତତ୍ସମ୍ବନ୍ଧିତ ପ୍ରତିସରଣ କୋଣ (angle of refraction)ର sine ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଅନୁପାତ ଗୋଟିଏ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ (constant) ଅଟେ । ଏହି ଧ୍ରୁବାଙ୍କକୁ ପ୍ରଥମ ମାଧ୍ୟମ ତୁଳନାରେ ଦ୍ୱିତୀୟ ମାଧ୍ୟମର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ (refractive index) କୁହାଯାଏ ।

$$\mu = \frac{\sin i}{\sin r}$$



ଚିତ୍ର—୩

ଏହାତ ସମସ୍ତେ ଆଗରୁ ପଢ଼ିଛ । ଚିତ୍ର-୩କୁ ଦେଖ । କାଚ ମାଧ୍ୟମର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ କୁ 'μ'ରେ ସୂଚାଯାଏ ।

ନିଉଟନ୍‌ଙ୍କ ମତରେ AB ଗୋଟିଏ ଆପତିତ ଆଲୋକ ରେଖା ଯେଉଁଟି କଣିକା ଯୁକ୍ତ । ଏହି ଆଲୋକ

ରେଖା ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ AB ସରଳରେଖା ଦିଗରେ ଗତିକରି ପ୍ରତି-ସରଣ ପୃଷ୍ଠତଳ (କାଚର ଉପରିଭାଗ) ଠିକ୍ ଉପରେ ପହଞ୍ଚିଲା ପରେ କାଚର ଉପରିଭାଗରେ ଅର୍ଥାତ୍ କାଚରେ ଥିବା କାଚ କଣିକା (ଯାହାର ସଂଖ୍ୟା ଆଲୋକ ରେଖା କଣିକାର ସଂଖ୍ୟା ତୁଳନାରେ ଅଧିକ) ଗୁଡ଼ିକ ଆଲୋକ କଣିକାକୁ ତୀବ୍ର ଭାବରେ କାଚପୃଷ୍ଠର ଲମ୍ବ ଦିଗରେ ଆକର୍ଷଣ କରନ୍ତି । ଆଲୋକ କଣିକା ଗୁଡ଼ିକ କାଚ ପୃଷ୍ଠ ଆଡ଼କୁ ଯେତିକି ନିକଟତର ହୁଅନ୍ତି, ସେମାନଙ୍କ ଉପରେ ଆକର୍ଷଣ ଶକ୍ତି ସେତିକି ଅଧିକତର ହୁଏ । ଏହି ହେତୁରୁ AB ଆଲୋକ ରେଖା ବଙ୍କେଇ ହୋଇଯାଏ । ଆଲୋକ କଣିକା ଗୁଡ଼ିକ ବଙ୍କେଇ ହୋଇ କାଚ ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ କରନ୍ତି । କାଚ ଭିତରକୁ ଯେତିକି ଯେତିକି ଆଲୋକ କଣିକା ଗୁଡ଼ିକ ପଶିବେ କାଚ କଣିକା ଓ ଆଲୋକ କଣିକାଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଘଟୁଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବୃତ୍ତ ଗତରେ କମିଯିବ ଏବଂ ଠିକ୍ ପ୍ରବେଶ ପରେ ଆଲୋକ କଣିକା ପୁଣି ସରଳରେଖାରେ କାଚ ମଧ୍ୟରେ ଗତି କରିବେ । ଚିତ୍ର-୩ରେ ABC ରେଖା ଦ୍ୱାରା ଏହା ଦେଖାଇ ଦିଆଯାଇଛି । କଣିକା ବାଦୀଙ୍କ ମତରେ ପ୍ରତିସରଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସ୍ପଷ୍ଟ ପୃଷ୍ଠର ଠିକ୍ ଉପରେ ଓ ତଳେ କାଚ କଣିକା ଓ ଆଲୋକ କଣିକା ମଧ୍ୟରେ ଆକର୍ଷଣ ଘଟିଥାଏ । ଏଣୁ ଏହାର ପ୍ରଭାବରେ ଆଲୋକ ରେଖା ବଙ୍କେଇ ଯାଏ । ଏଠାରେ ସ୍ମରଣ କରେଇ ଦିଏ ଯେ ଆଲୋକ ପାଇଁ ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମ (ଲଘୁ-ମାଧ୍ୟମ) ଓ କାଚ-ମାଧ୍ୟମ (ଘନ-ମାଧ୍ୟମ) ଅଟେ ।

ସ୍ନେଲଙ୍କ ନିୟମ ଉପରୋକ୍ତ ଭାବେ ନିଉଟନ୍‌ଙ୍କ ମତବାଦୀ ମାନେ ଏହାକୁ ସରଳ ଭାବରେ ବୁଝାଇ ଦେବାରେ ସକ୍ଷମ ହୋଇଥିଲେ । କିନ୍ତୁ ଏଠାରେ ଗୋଟିଏ ବିରାଟ ଅସୁବିଧା ଉପୁଜିଲା । ସ୍ନେଲଙ୍କ ଗାଣିତିକ ସୂତ୍ରକୁ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରି ଦେଖାଗଲା ଯେ ବାୟୁମାଧ୍ୟମ (ଲଘୁ-ମାଧ୍ୟମ) ରେ ଆଲୋକର ବେଗ କାଚ ମାଧ୍ୟମ (ଘନ-ମାଧ୍ୟମ) ଅପେକ୍ଷା କମ୍ ହେବ । ଅଥଚ କଣିକାବାଦ ଉପରେ ବିଶ୍ଳେଷଣରୁ ଏହାର ଓଲଟା ଫଳ ଜଣା ପଡ଼ିଲା । ଅର୍ଥାତ୍ ଆଲୋକବେଗ ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ କାଚ ମାଧ୍ୟମ ଅପେକ୍ଷା ବେଶୀ ହେବ ।

ଏହା ଗୋଟିଏ ବିଶିଷ୍ଟ କାରଣ, ଯେତେହେତୁ କଣିକାବାଦକୁ ସେତେବେଳର ବୈଜ୍ଞାନିକ ଓ ଚିନ୍ତାଶୀଳ ଗବେଷକ ମାନେ ପରିତ୍ୟାଗ କରିବାକୁ ବାଧ୍ୟ ହେଲେ । ଏହାଛଡ଼ା ଆଜି ଅନେକ ଗୁରୁତ୍ୱ କାରଣ ମଧ୍ୟ ଅଛି, ଯାହା ଏଠାରେ ଆଲୋଚନା କଲେ ଟମେ ସମସ୍ତ ବୁଝିବା କଷ୍ଟକର ହେବ ।

ସେତେବେଳେ ନୂଆ କରି ବ୍ୟତିକରଣ (Interference) ଓ ବିବର୍ତ୍ତନ (Diffraction) ପ୍ରକ୍ରିୟା ଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟ ୟଙ୍ଗ୍ ଓ ହ୍ୟୁଗେନ୍ସ (Young ଓ Huygens ଦ୍ୱାରା ଉଦ୍ଭାବିତ ହୋଇଥାଏ । ନିଉଟନଙ୍କ ବହୁ ଚେଷ୍ଟା ସତ୍ତ୍ୱେ ବୈଜ୍ଞାନିକ ମାନେ କଣିକା ବାଦ ଦ୍ୱାରା ଏସବୁ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଗୁଡ଼ିକୁ ବୁଝାଇବାରେ ଅକ୍ଷମ ହେଲେ । ଏଣୁ ଆଲୋକର ତରଙ୍ଗବାଦ ତତ୍ତ୍ୱ ଏସବୁକୁ ସଫଳ ସହକାରେ ବୁଝାଇ ପାରିବାରୁ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ କଣିକା ବାଦକୁ ପରିତ୍ୟାଗ କରି ତରଙ୍ଗବାଦକୁ ଗ୍ରହଣ କରିବାକୁ ବାଧ୍ୟହେଲେ ।

ତରଙ୍ଗବାଦ

ଖ୍ରୀ : ଅ : ୧୬୭୮ରେ ହ୍ୟୁଗେନ୍ସ ଆଲୋକର ତରଙ୍ଗବାଦ ଉପସ୍ଥାପିତ କରିଥିଲେ । ତାଙ୍କ ମତରେ ସାରା ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡ ଇଥର (Ether) ନାମକ ଏକ ମାଧ୍ୟମ ଦ୍ୱାରା ପରିପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଅଛି । ଇଥର ସର୍ବବ୍ୟାପୀ ଅର୍ଥାତ୍ ସବୁଆଡ଼େ ଏହି ମାଧ୍ୟମ ରହିଅଛି ଅଛି । ଏହା ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପୀ ଅର୍ଥାତ୍ ଇଥରର ସଙ୍କୋଚନ ଓ ପ୍ରସାରଣ ମାତ୍ରା ସବୁ ଦିଗରେ ସମାନ । ତାହରେ ଇଥରର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନାହିଁ । ଏମିତି ଇଥର୍ (କଣିକା) ସମ୍ଭବ କି ? ଏହା ମନଗଢ଼ା ଓ କାଳ୍ପନିକ । ଆଲୋକର ଗନ୍ତପଥ ସବୁବେଳେ ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମ ଦେଇ ସଞ୍ଚାରିତ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ ହେବାରୁ ଏପରି ଗୋଟିଏ ସର୍ବବ୍ୟାପୀ, ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପୀ ଓ ବସ୍ତୁତ୍ୱବିହୀନ (massless) ମାଧ୍ୟମକୁ କଳ୍ପନା କରାଗଲା । କାରଣ ଆଲୋକ କେବଳ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ବା ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଦେଇ ଗତି କରି ନଥାଏ । ସୂର୍ଯ୍ୟ ଦୂର ଦୂରନ୍ତ ତାରାମାନଙ୍କ ଠାରୁ ବି ଆଲୋକ ଆସି ଆମ ପାଖରେ ପହଞ୍ଚୁଛି । ଏଣୁ ସେତେବେଳର ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଏହି ଇଥରର କଳ୍ପନା କରିଥିଲେ । ଅବଶ୍ୟ ଆଜି ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏହାର ଅସ୍ତିତ୍ୱ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ନିରୂପିତ ହୋଇନାହିଁ । କିନ୍ତୁ ପର

କଳ୍ପନାକୁ ଆଜଯାଏ ଆମେ ବୈଜ୍ଞାନିକ ମଧ୍ୟ ଛାଡ଼ିନାହୁଁ । ତେଣୁ ଏହି କାଳ୍ପନିକ ଧାରଣା ଅନୁଯାୟୀ ଇଥର୍ ବାଷ୍ପୀୟ, ତରଳ ଓ କଠିନ ମାଧ୍ୟମ ଇତ୍ୟାଦି ସମସ୍ତ ପଦାର୍ଥରେ ବିଦ୍ୟମାନ । ଏଣୁ ଯେଉଁଠି ଖାଲିଜାଗା ଅଛି ବୋଲି ଭାବୁନ, ସେଠାରେ ପ୍ରକୃତରେ ଖାଲିଜାଗା ନାହିଁ, ଇଥର୍ ବ୍ୟାପି ରହିଛି ବୋଲି ଧରିନିଅ । ଇଥରର ସ୍ଥିତି ହେତୁ ତରଙ୍ଗାୟିତ



ଚିତ୍ର-୪

ଗତିପଥ ଚିନ୍ତା କରିବାରେ ଆଉ ଅସୁବିଧା ଉପୁଜିଲା ନାହିଁ । କାରଣ ପାଣିରେ ଢେଉ ଯେମିତି ଗଲେ, ସେମିତି ଆଲୋକର ତରଙ୍ଗ ଗତି କରିବା ପାଇଁ ପାଣିପରି ଗୋଟିଏ ଇଥର୍ ମାଧ୍ୟମ ଦରକାର । ହ୍ୟୁଗେନ୍ସ ପୁଣି ଚିନ୍ତାକଲେ କି ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗାୟିତ ଭାବେ ଗତି କରେ (ଚିତ୍ର ୪ ଦେଖ) । ପ୍ରତି ତରଙ୍ଗର ଉଚ୍ଚାଅଂଶ (crest) ଓ ନୀଚାଅଂଶ (trough) ଥାଏ । ଆସ ଦେଖିବା ।

ଘରୁ ଯାଇଁ ଗାଡ଼ିଆ କୂଳରେ ବସ । କାଗଜ ଡଙ୍ଗାଟିଏ ପାଣିରେ ଛାଡ଼ । ଦେଖିବ ଡଙ୍ଗାଟି ପାଣି ଉପରେ ସମାନ ଭାବରେ ଭାସୁଛି । ନିଶ୍ଚଳ ପାଣିକୁ ଟେକାଟିଏ ପକାଅ । ଦେଖିବ କିଛି ସମୟ ପରେ ବହୁ ପରିମାଣର ଢେଉ ଦେଖାଯିବ । କାଗଜ ଡଙ୍ଗାଟି ଢେଉକୁ ଉଠିପଡ଼ି ଅତିକ୍ରମ କରିବ । ଡଙ୍ଗାଟି ଉଠିବ ପଡ଼ିବ କାହିଁକି ? କାରଣ ଢେଉର ଉଚ୍ଚାଅଂଶ ଓ ନୀଚାଅଂଶ ଅଛି । ଏଣୁ ଶ୍ରେଷ୍ଠ କାଗଜ ଡଙ୍ଗା ଉଠିପଡ଼ି ଚାଲିବ ।

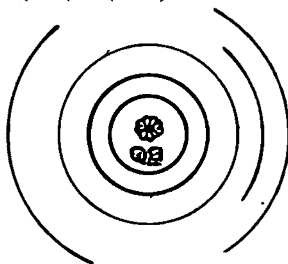
ଏଣୁ ଆଲୋକ ଢେଉର ଗତିରେ ଯାଉଥିବାରୁ ତା'ର ମଧ୍ୟ ଉଚ୍ଚାଅଂଶ ଓ ନୀଚାଅଂଶ ରହିବା ସ୍ୱାଭାବିକ । ପୁଣି ପାଣି ଉପରେ ଢେଉ ବା ତରଙ୍ଗ କେଉଁଠାରୁ ସୃଷ୍ଟି ହେଲା ? ଉତ୍ତର ହେଲା—ଟେକାଟି ପଡ଼ିଥିବା ଜାଗାରୁ ତରଙ୍ଗ ଆରମ୍ଭ ହେଲା । ପାଣିରେ ଯେଉଁ ଜାଗାରେ ଟେକାଟି ପଡ଼ିଲା ସେଠାରେ ବିଶୃଙ୍ଖଳା (disturbance) ସୃଷ୍ଟି ହେଲା ।

ଏଣୁ ହ୍ୟୁଗେନ୍‌ସ ଚାହାଁକଲେ—ଆଲୋକ ଉତ୍ସ (source of light) ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ ହେଉ କି ଇଥର୍ ମାଧ୍ୟମରେ ହେଉ, ସବୁବେଳେ ଗୋଟିଏ ବିଶୃଙ୍ଖଳା (ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗ-ଜାତ କରିବାରେ) ବୋଲି ଧରା-ଯିବ । ଏଣୁ ଆମେ ହ୍ୟୁଗେନ୍‌ସଙ୍କ ମତ ଅନୁସାରେ ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗ କେଉଁଠାରୁ, କପର ଓ କାହାଦେଇ ସବଂଶା ସଞ୍ଚରିତ ହୁଏ ତାହା ବୁଝି-ହେଲା । ଏଥିରୁ ଅନୁମେୟ ଯେ ଆଲୋକ ସଞ୍ଚର ପାଇଁ ସବୁବେଳେ

(କ) ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମର ଆବଶ୍ୟକତା (ଇଥର୍)

(ଖ) ସଞ୍ଚରର ଏକ ରୂପ (ତଥା ତରଙ୍ଗାକାର) ଓ

(ଗ) ସଞ୍ଚରର ବେଗ (ରୋମର୍ ଆଗରୁ ନିରୂପିତ କରିଛନ୍ତି)ର ଆବଶ୍ୟକତା ରହିଛି । ଠିକ୍ ଯେପରି ଜଳ-ଉପର ବା ଢେଉ-ଉଠି ତରଙ୍ଗ ଉପରେ ଯାଏ, ସେମିତି ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗରେ ମାଧ୍ୟମ କଣିକା ଗୁଡ଼ିକ ସେମିତି ଗତି କରନ୍ତି । ତେବେ ହ୍ୟୁଗେନ୍‌ସ ଯେତେ-ବେଳେ ଗୋଟିଏ କଥା କହିଲେ-ଆଲୋକ ମାଧ୍ୟମରେ ଏକ ପ୍ରକାର ବିଶୃଙ୍ଖଳା (disturbance) ଅଟେ । କିନ୍ତୁ କି ପ୍ରକାରର ବିଶୃଙ୍ଖଳା ମାଧ୍ୟମରେ ହୁଏ, ସେ ବିଷୟରେ ସେ ନୀରବ ରହିଥିଲେ ।



ଚିତ୍ର ୫

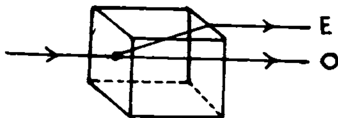
ଅତି ସରଳରେ ଏହାକୁ ବୁଝାଇବାକୁ ଯାଇ କୁହାଯାଇ ପାରେ ଯେ ମାଧ୍ୟମ ଜେଲି (Jelly) ସଦୃଶ । ଆଲୋକ ସଞ୍ଚର ଯୋଗୁଁ ଜେଲି ସଦୃଶ ମାଧ୍ୟମରେ ବିରୂପଣ (distortion) ଅର୍ଥାତ୍ ମେଞ୍ଚାଏ ଜେଲିକୁ ଗୋଲଗାଲ ଅବସ୍ଥାରେ ଏଆଡ଼୍ ସେଆଡ଼୍ ଚିପାଚିପି କଲେ ଜେଲି ମେଞ୍ଚାଟା ଯେମିତି ବିକୃତ ଆକାର ଧାରଣ କରେ ତାହାକୁ ଅସମାନ ବିରୂପଣ କହନ୍ତି । ଏଣୁ ଆଲୋକ ସଞ୍ଚର ଯୋଗୁ ମାଧ୍ୟମରେ ପାଖାପାଖି ବିରୂପଣ ଦେଖାଯାଏ । ଜେଲି ସଦୃଶ ମାଧ୍ୟମରେ ଆଲୋକ ସଞ୍ଚର ଯୋଗୁ

ଶୃଙ୍ଖଳା ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଏହି ଶୃଙ୍ଖଳା ମାଧ୍ୟମରେ ଏକ ଆଲୋକ-ଉତ୍ସ (source of light) ଭାବେ କାମକରେ । ଆଲୋକ-ଉତ୍ସର ଚାରି ପାଖରେ ଆଲୋକ ବୃତ୍ତାକାରରେ ସଂଚରିତ ହୁଏ । ଚିତ୍ର-୫ ଦେଖ । ମୁଁ ଚିତ୍ରରେ ବୁଝାଇବା ପାଇଁ କେତୋଟି ବୃତ୍ତ ଦେଖାଇଛୁ । କିନ୍ତୁ ଏହି ଆଲୋକ-ପଥର ବୃତ୍ତମାନଙ୍କ ସଂଖ୍ୟା ଅଗଣିତ ଏବଂ ପ୍ରତିବୃତ୍ତ ବା ବୃତ୍ତ-ଉପରେ ଥିବା ଯେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁ, ଆଲୋକ-ଉତ୍ସର ପ୍ରତିରୂପ ଗୁଡ଼ିକୁ ଅନୁରୂପ ସମ୍ପର୍କ ରଖେ । ଆଲୋକ ଅତି କ୍ଷିପ୍ର ବେଗରେ ମାଧ୍ୟମରେ ଗତିକରେ ଅର୍ଥାତ୍ ତା'ର ବେଗ 3×10^8 m/s. ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ଆଲୋକ ତିନିଲକ୍ଷ ହଜାର କିଲୋମିଟର ରାସ୍ତା ଅତିକ୍ରମ କରେ ଓ ପ୍ରତି ଘଣ୍ଟାରେ ଆଲୋକ ୧୦୮ କୋଟି କିଲୋମିଟର ରାସ୍ତା ଅତିକ୍ରମ କରେ । ଏହାକୁ 'C'ରେ ପ୍ରକାଶିତ କରାଯାଏ ।

$$C = 300000000 \text{ m/s} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

ସବୁ ବିଜ୍ଞାନ ଗ୍ରନ୍ଥ ଗ୍ରନ୍ଥୀଙ୍କ ମନରେ ଆଲୋକର ବେଗ "C" ବୋଲି ଆଙ୍କି ହୋଇ ରହିଛି । ଏହି ବେଗଟି ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ହେବାରୁ "C" ବୋଲି ଆମେ ସମସ୍ତେ ଆଲୋକ ବେଗକୁ ମନେ ରଖିଛୁ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଆମେ କହୁ—ଏଣୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ବେଗ C/5 ଅଟେ । ପ୍ରୋଟନର ବେଗ C/100 ଅଟେ ଇତ୍ୟାଦି ଇତ୍ୟାଦି ।

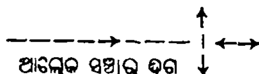
ତରଙ୍ଗବାଦ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିଫଳନ, ପ୍ରତିସରଣ, ପୂର୍ଣ୍ଣ ଅଭ୍ୟନ୍ତର ପ୍ରତିଫଳନ (Total Internal Reflection) ଓ କଠିନ ମାଧ୍ୟମରେ ଆଲୋକର ବେଗ ଇତ୍ୟାଦି ପରି ବହୁତ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଘଟଣା (phenomenon) ସବୁ ସହଜରେ ବୁଝାଯାଇ ପାରିଲା ।



ଚିତ୍ର-୬

ହ୍ୟୁଗେନ୍ସ ଜଣେ ଦ୍ୱି-ପ୍ରତିସରଣ (double refraction) ଉପରେ ଗବେଷଣା କରୁଥିଲେ । ସେ ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜାଣି ପାରିଲେ ଯେ କେତେଗୁଡ଼ିଏ ସ୍ଫଟିକ (crystal) ଦେଇ ଆଲୋକର ସଞ୍ଚାର ଭିନ୍ନ ରୂପ ଧାରଣ କରେ । Calcite ସ୍ଫଟିକ ଗୋଟିଏ ସ୍ଫଟିକ ଯେଉଁଥିରେ ଆଲୋକର ସଞ୍ଚାର କପରି ହୁଏ, ତାହା ଚିତ୍ର-୬ରେ ଦେଖାଇ ଦିଆଯାଇଛି ।

ଗୋଟିଏ ସମାନ୍ତର ଆଲୋକରେଖା ସ୍ଫଟିକର ଗୋଟିଏ ପାଖଦେଇ ପ୍ରବେଶ କଲେ ଅନ୍ୟ ପାଖରେ ଦୁଇଟି ଆଲୋକ ରେଖା ବାହାରିବାର ଦେଖାଯାଏ । ଗୋଟିଏ ରଶ୍ମିକୁ ସାଧାରଣ ରଶ୍ମି (O-ordinary) ଏବଂ ଅନ୍ୟଟିକୁ ଅସାଧାରଣ ରଶ୍ମି (E–Extraordinry) କୁହାଯାଏ । ଏ ପ୍ରକାର ନୂତନ ଘଟଣା (new phenomenon) କୁ ମଧ୍ୟ ତରଙ୍ଗ-ବାଦ ଦ୍ୱାରା ହ୍ୟୁଗେନ୍ସ ବୁଝାଇ ପାରିଥିଲେ । ଏହାଛଡ଼ା ହ୍ୟୁଗେନ୍ସ ମଧ୍ୟ ଆଲୋକର ପାର୍ଶ୍ୱୀକରଣ (Polarisation) ଘଟଣା ଉଦ୍ଭାବନ କରିଥିଲେ । ସହଜରେ କହିବାକୁ ଗଲେ ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗ ମାଧ୍ୟମ ଦେଇ ସଞ୍ଚାରିତ ହେବାବେଳେ ମାଧ୍ୟମରେ ଥିବା କ୍ଷୁଦ୍ରାଦପି କ୍ଷୁଦ୍ର କଣିକା ଗୁଡ଼ିକ ଦୁଇପ୍ରକାରର କମ୍ପନ ଅନୁଭବ କରନ୍ତି । କଣିକା ଗୁଡ଼ିକ ଦୁଇଟି ଦିଗରେ ଯଥା-ଆଲୋକ-ରେଖାର ଦିଗରେ ଓ ଆଲୋକ-ରେଖାର ଲମ୍ବ ଦିଗରେ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇ କମ୍ପିତ ହୁଅନ୍ତି । ଚିତ୍ର–୭କୁ ଦେଖ । ଏହାକୁ ଆଲୋକର ପାର୍ଶ୍ୱୀକରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା କହନ୍ତି । ଏହି ଘଟଣାକୁ ହ୍ୟୁଗେନ୍ସ



ଚିତ୍ର-୭

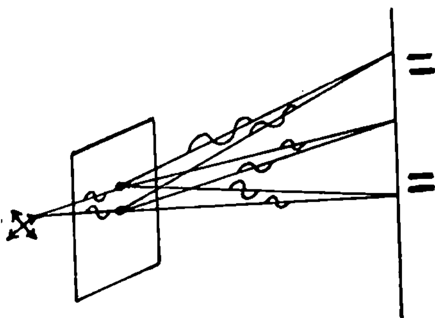
ସେତେବେଳେ ତରଙ୍ଗ-ତତ୍ତ୍ୱ ବଳରେ ବୁଝାଇ ନଥିଲେ । ଅଥଚ ପରେ ଜଣାପଡ଼ିଲା ଯେ ଏହି ଗୁଣଟି ପ୍ରାୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗରେ ରହିଛି । ତେଣୁ ତରଙ୍ଗରେ ଏହା ଗୋଟିଏ ଅନ୍ତର୍ନିହିତ ଧର୍ମ । ନିଉଟନ୍ ସେତେବେଳେ ପାର୍ଶ୍ୱୀକରଣ ବିଷୟରେ ଆଲୋକ ରେଖାର ପାର୍ଶ୍ୱ ଅଛି

ବୋଲି କହୁଥିଲେ । ଏଣୁ ଆଲୋକ-ରେଖାର କେବଳ ପାର୍ଶ୍ୱ ଥିବା କଥା କାହାର ମନକୁ ଆସିନଥିଲା ।

ଏମିତ କଣିକା-ବାଦ ଓ ତରଙ୍ଗ-ବାଦ ଶପ୍ତାଦଶ ଶତାବ୍ଦୀର ଶେଷ ଆଡ଼କୁ ପ୍ରଚଳିତ ଦୁଇଟି ମତବାଦ ରୂପେ ଆଲୋଚିତ ହେଲା । କିନ୍ତୁ ଦେଖାଗଲା ଯେ କଣିକା-ବାଦକୁ ବେଶୀ ଲୋକ ଠିକ୍ ମତବାଦ ବୋଲି ଭାବୁଥିଲେ । ଅଷ୍ଟାଦଶ ଶତାବ୍ଦୀ ଯାଏ ଏହି ଦୁଇଟି ମତବାଦ ପ୍ରଚଳିତ ରହିଲା ।

ଊନବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀରେ ପ୍ରଗତି :

ଏହି ଶତାବ୍ଦୀର ପ୍ରଥମ ଭାଗରେ ଟୋମାସ୍ ୟଙ୍ଗ୍ (Thomas Young) ନାମକ ଜଣେ ବୈଜ୍ଞାନିକ ସର୍ବପ୍ରଥମେ ଆଲୋକର ବ୍ୟତିକରଣ (intereference) ପ୍ରକ୍ରିୟା ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଦେଖାଇଥିଲେ । ଚିତ୍ର-୮କୁ ଭଲକରି ଦେଖ । ସେ ଦେଖିଲେ ଯେ ଏକବର୍ଣ୍ଣୀ ଆଲୋକ (monochromatic light) ଆଲୋକ ରେଖା ଯେତେବେଳେ ଗୋଟା

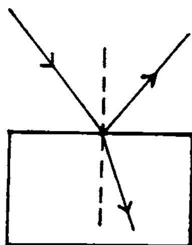


ଚିତ୍ର-୮

ଦୁଇଟି (ଚିତ୍ର-୮) ଦେଇ ଯାଉଛି, ସେତେବେଳେ ଏହି ଆଲୋକ ରେଖାରେ ବ୍ୟତିକରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଘଟି ଅଦୂରରେ ଅନ୍ୟଏକ ପରଦାରେ

କଲାବ୍ୟାଣ୍ଡ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଛି । ଏହି ଚେଷ୍ଟା ପୂର୍ଣ୍ଣ କରିବା ଦ୍ୱାରା ତରଙ୍ଗ-ବାଦ ମତବାଦରେ ସେତେବେଳର ବୈଜ୍ଞାନିକ ମଣ୍ଡଳରେ ଆଦୃତ ହେଲା । କାରଣ ଏହି ଚେଷ୍ଟାରୁ ଜାତ ଫଳ କେବଳ ଆଲୋକ-ତରଙ୍ଗର ସଞ୍ଚାରଣ ହେତୁ ଘଟୁଛି ବୋଲି ସମସ୍ତେ ଜାଣିଲେ । ଯେଉଁ ଉପାୟରେ କଲାବ୍ୟାଣ୍ଡ ସବୁ ଦେଖାଗଲା ତାହାକୁ ଆଲୋକର ବ୍ୟତିକରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା କହନ୍ତି । ଦେଖାଗଲା ଯେ ଦୁଇଟି କଲାବ୍ୟାଣ୍ଡ (ମୋଟା ଗାରପରି ଅନ୍ଧାର) ମଝିରେ ଆଲୋକିତ ବ୍ୟାଣ୍ଡଟିଏ ରହିଥାଏ । ଏଠାରେ କହିବା ବାହୁଲ୍ୟ କି ଆଲୋକର କଣିକାବାଦ ତତ୍ତ୍ୱ ଦ୍ୱାରା ପୂର୍ବ ପରୀକ୍ଷାର ଫଳ ବୁଝାଯାଇ ପାରିବ ନାହିଁ ।

ଏହି ଚେଷ୍ଟା ପରେ ପରେ ଏଟିନେ ମ୍ୟାଲସ୍ (Etienne Malus) ନାମକ ଆଉ ଜଣେ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିର ପାର୍ଶ୍ୱୀକରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଉପରେ ଗବେଷଣା କରୁ କରୁ ହଠାତ୍ ଜାଣିଲେ ଯେ ସ୍ୱଚ୍ଛକାଚ ଉପରୁ ଫେରି ରଶ୍ମିର ପ୍ରତିଫଳନ ବେଳେ ପ୍ରତିଫଳିତ ରଶ୍ମିରେ ପାର୍ଶ୍ୱୀକରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ପରିଲକ୍ଷିତ ହୁଏ । ଚିତ୍ର ୯ ଦେଖ । ଏହି ଚେଷ୍ଟାକୁ ଆଉ ଜଣେ ସେତେବେଳର ପ୍ରଖ୍ୟାତ ବୈଜ୍ଞାନିକ ସାର୍ ଡେଭିଡ୍ ବ୍ରେଷ୍ଟର (Sir David Brewster) ପ୍ରତିଫଳିତ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ପାର୍ଶ୍ୱୀକୃତ (polarized) ବୋଲି ମଧ୍ୟ ପ୍ରତିପାଦିତ କଲେ । ଅନ୍ୟ ଏକ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଏଫ୍ ଜେ ଆରାଗୋ (F. J. Arago) ମଧ୍ୟ କେତେ-ଗୁଡ଼ିଏ ସ୍ଫଟିକ ଓ ଚିନି ପାଣିର ଆଲୋକୀୟ ସକ୍ରିୟତା (optical activity) ଉପରେ



ଚିତ୍ର-୯

ପରୀକ୍ଷା କରି ଆଲୋକର ପାର୍ଶ୍ୱୀକରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଉପରେ ଆଉ କେତେକ ନୂତନ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣ ସୃଷ୍ଟି କଲେ । ଏହାପରେ ପରେ ପରେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଉପରେ ଏତେ ଗୁଡ଼ିଏ ନୂଆ ତଥ୍ୟ ଆସି ପହଞ୍ଚିଲା ଯେ ସେଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରାକୃତିକ ବିଶ୍ଳେଷଣ ହଠାତ୍ ସମ୍ଭବ ହେଲା ନାହିଁ । ସେହି ସମୟରେ ଅଗଷ୍ଟିନ୍ ଫ୍ରେସ୍‌ନେଲ୍ (Augustin Fresnel) ନାମକ

ଜଣେ ବିଶିଷ୍ଟ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଆଲୋକର ଦୁଇଟି ମତବାଦ ଉପରେ ବହୁ-ତତ୍ତ୍ୱର ଆଲୋଚନା କରୁଥିଲେ । ସେ ବହୁ ତତ୍ତ୍ୱର ଆଲୋଚନା ପରେ ତରଙ୍ଗବାଦ ତତ୍ତ୍ୱ ଉପରେ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଗ୍ରହଣ କଲେ । କାରଣ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିର ତରଙ୍ଗ ରୂପ ହିଁ କେବଳ ବ୍ୟତିକରଣ, ଗାଣ୍ଟୀକରଣ, ଓ କେତେକ ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ଆଲୋକସ୍ୱ ପରିସ୍ଥିତାକୁ ସଫଳ ଭାବେ ବୁଝାଇ ପାରିଲେ ।

ବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ପ୍ରଗତି :

ବିଗତ ଶହେ ବର୍ଷ ଧରି ଆଲୋକର ତରଙ୍ଗ ରୂପ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଋଷିଭୂମୀ ଉପରେ ଯେତେବେଳେ ପ୍ରଭୂତ ପ୍ରଭାବ ବିସ୍ତାର କରି ରହିଥିଲା ଠିକ୍ ସେତିକିବେଳେ ଏହି ଶତ ବର୍ଷର ପ୍ରଥମ ଭାଗରେ ଏମିତି କେତେକ ପରୀକ୍ଷାର ଫଳ ଆସି ଦୃଷ୍ଟିଗୋଚର ହେଲା, ଯାହାର ପ୍ରଭାବରେ ପୁଣି ସମସ୍ତେ କଣିକାବାଦ ଉପରେ ଚର୍ଚ୍ଚା ଆରମ୍ଭ କଲେ । ମୁଁ ଏଠାରେ ତନୋଟି ତତ୍ତ୍ୱର ଧାରଣା ବୁଝାଇ କହିବ ।

ପ୍ରଥମେ ୧୯୦୧ ମସିହାରେ ମ୍ୟାକ୍ସ ପ୍ଲାଙ୍କ (Max Planck) କହିଲେ ଯେ ଯେତେବେଳେ କୃଷ୍ଣବସ୍ତୁ (Black body) ରେ ବିକିରଣ ଶକ୍ତି (energy of radiation) ର ଅବଶୋଷଣ (absorption) କମ୍ବା ଉତ୍ସର୍ଜନ (emission) ପ୍ରକ୍ରିୟା ଘଟେ, ସେତେବେଳେ ଏହା ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନ (continuous) ଭାବେ ନହୋଇ ବରଂ ଥୋକ ଥୋକ (decrete) ଭାବେ ହୁଏ ।

ପ୍ଲାଙ୍କ ଯେତେବେଳେ ଉତ୍ତପ୍ତ ବସ୍ତୁରେ ଶକ୍ତିର ବିତରଣ (distribution) ଉପରେ ଗବେଷଣା କରୁଥିଲେ । ସେ ଦେଖିଲେ ଯେ ଉତ୍ତପ୍ତ ବସ୍ତୁର କାହାକୁଥିବା ବିକିରଣରେ ଥିବା ବହୁ ତରଙ୍ଗ ସହିତ ଜଡ଼ିତ ଶକ୍ତି ପରିମାଣରେ କେତେକ ନୂତନତା ରହିଛି । ସେ ଉପନୀତ ହେଲେ ଯେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିରେ ଥିବା ଶକ୍ତି ତା'ର ଆବୃତ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ସଂପର୍କ ରହିଛି । ତାଙ୍କ ମତରେ—

$$E = h\nu$$

E—ହେଉଛି ଗୋଟିଏ ବିକିରିତ ରଶ୍ମିର ଶକ୍ତି ।

ν—ବିକିରିତ ରଶ୍ମିର ଆବୃତ୍ତି ।

h—ଗୋଟିଏ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ।

ସେ ଏହି ଧ୍ରୁବାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ବି ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ କରିଥିଲେ ।

$$h = 6.625 \times 10^{-34} \text{ JS.}$$

୧୯୦୫ ମସିହାରେ ଆଲବର୍ଟ ଆଇନଷ୍ଟାଇନ (Albert Einstein) ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ (photoelectric) ଘଟଣାକୁ ପ୍ଲାଙ୍କଙ୍କ ଫୋଟନ୍ ଧାରଣା ମାଧ୍ୟମରେ ବୁଝାଇ ଦେଇଥିଲେ । ଆମେ ଜାଣୁ—ଏମିତି କେତେକ ଧାତୁ ଅଛି, ଯାହା ଉପରେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ପଡ଼ିଲେ ସେଥିରୁ ବିଦ୍ୟୁତ ସ୍ରୋତ ବାହାରିବ । ଏପରି ଧାତୁକୁ ଆଲୋକ-ସମ୍ବେଦନଶୀଳ (photosensitive) ଧାତୁ କହନ୍ତି । ଆଜିକାଲି ଏହାର ବ୍ୟବହାର ବହୁତ ବେଶି । ସେ ବିକିରଣ ରଶ୍ମି (Radiation Rays)ରେ ଥିବା କଣିକାଗୁଡ଼ିକୁ ଫୋଟନ (Photon) ଆଖ୍ୟା ଦେଲେ । ଏହା ଦ୍ୱାରା କଣିକାବାଦର ପୁନରୁତ୍ଥାନ ହେଲା । ୧୯୧୧ରେ ରୁଥରଫୋର୍ଡ଼ (Rutherford) ପରମାଣୁ (atom)ର ଗଠନ ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଏକ ନମୁନା ଅବସ୍ଥାପିତ କଲେ । ଏହା ଅନୁଯାୟୀ, ସବୁଠି ପରମାଣୁରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପରିମାଣର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଥା'ନ୍ତି । ଏଗୁଡ଼ିକ ଭିନ୍ନ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଧନଚାର୍ଜ ବିଶିଷ୍ଟ ନିଉକ୍ଲିୟସ୍‌ର ଚତୁର୍ଦ୍ଦିଗରେ ଘୂରୁଥା'ନ୍ତି । କେନ୍ଦ୍ର (ନିଉକ୍ଲିୟସ୍)ରେ ପ୍ରୋଟନ୍ ଓ ନିଉଟ୍ରନ ରହିଥାଏ । ତୁମର ମନେଥିବ

ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ—ଋଣ ଚାର୍ଜଯୁକ୍ତ

ପ୍ରୋଟନ୍—ଧନ ଚାର୍ଜଯୁକ୍ତ ଓ ନିଉଟ୍ରନ—ଚାର୍ଜବିହୀନ କଣିକା । ୧୯୧୩ରେ Niels Bohr ପରମାଣୁରେ ଥିବା ଭିନ୍ନ କକ୍ଷରେ ରହିଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଜଡ଼ିତ ଥିବା ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ପ୍ଲାଙ୍କଙ୍କ ତତ୍ତ୍ୱକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କଲେ । ଏପରି ନିର୍ଣ୍ଣୟ ମୂଳରେ ଫୋଟନ୍‌ର ଧାରଣା ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇଥିଲା । ଏହାଦ୍ୱାରା ଜଣା ପଡ଼ିଲା ଯେ ଆଲୋକର କଣିକାବାଦ କେତେକ ନିରୂପିତ ପରୀକ୍ଷା-ଗୁଡ଼ିକର ଫଳକୁ ବୁଝାଇବାରେ ଯେତିକି ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ, ଅନ୍ୟ କେତେକ ପରୀକ୍ଷାଗତ ଫଳକୁ ବୁଝାଇବାରେ ତରଙ୍ଗବାଦ ସେତିକି ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ।

ତେଣୁ ନ୍ୟୁଟନଙ୍କ 'ବାଦ' ବହୁ ବାଦ ବିସମ୍ବାଦ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ସହ ଯୋଡ଼ ହୋଇ ରହିଚନ୍ତି। ଏବେବି ରହିଛି। ଇତିହାସ ପୃଷ୍ଠା ଓଲଟେଇଲେ ଆମେ ଜାଣି ପାରିବା ଯେ, ଆଲୋକର କ୍ଷୁଦ୍ରାକାର ଆବରଣ ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଉଦ୍‌ଘାଟିତ ହେବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ଏହି ଦୁଇଟି 'ବାଦ'ର ଉତ୍ଥାନ, ପତନ ଓ ପୁନରୁତ୍ଥାନ ଘଟି ଆସିଛି। ଆମେ ଜାଣିଲୁ ଯେ; କେତେବେଳେ କଣିକାବାଦ ବା କେତେବେଳେ ତରଙ୍ଗବାଦ ବିଭିନ୍ନ ପରୀକ୍ଷାଗୁଡ଼ିକର ଫଳଗୁଡ଼ିକୁ ବୁଝାଇ ଦେଇଥିଲା। ଏହି ଶତାବ୍ଦୀର ଆରମ୍ଭରେ କେତେକ ଚିନ୍ତା କଲେ ଯେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିର ତରଙ୍ଗ ରୂପ ଓ କଣିକା ରୂପ ପରସ୍ପର ସହିତ ଯୋଡ଼ିହୋଇ ରହିଛି। ଏହି ହେତୁ ଆଲୋକର ରୂପକୁ WAVICLE ବୋଲି ନୂଆରୂପ ଦିଆଗଲା।

WAVe + partICLE → WAVICLE

ସେହିପରି ତରଙ୍ଗ + କଣିକା → ତରଙ୍ଗଣିକା

ଏଣୁ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିର ନୂଆରୂପ ହେଲା **ତରଙ୍ଗଣିକା**। ଆସ ଦେଖିବା—

ତାଲିକା—୧

କେତେକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ତରଙ୍ଗର ନାମ	ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ (m)	ଫୋଟନ ଶକ୍ତି (J)
ରେଡ଼ିଓ ପ୍ରସାରଣରେ ବ୍ୟବହୃତ ତରଙ୍ଗ	400	2×10^{27}
ଦୃଶ୍ୟମାନ ଆଲୋକର ଲାଲ ରଙ୍ଗର ସୀମା ଆରମ୍ଭ	7.2×10^{-7}	2.8×10^{-19}
ହଳଦିଆ ଆଲୋକ	5.8×10^{-7}	3.4×10^{-19}
ସବୁଜ ଆଲୋକ	5.0×10^{-7}	4.0×10^{-19}
ନେଳିଆ ଆଲୋକ	4.5×10^{-7}	4.4×10^{-19}
ଦୃଶ୍ୟମାନ ଆଲୋକର ବାଇଗଣି ରଙ୍ଗର ଶେଷ ସୀମା	4.0×10^{-7}	5.0×10^{-19}
x-ରଶ୍ମି	1.0×10^{-9}	2.0×10^{-16}
γ-ରଶ୍ମି	2×10^{-12}	1.0×10^{-13}

ପୃଷ୍ଠ ତାଲିକାକୁ ଦେଖ । ଦେଖିବ ତରଙ୍ଗ ଗୋଟିଏକୁ ତା'ର ଗୋଟିଏ ଫୋଟନ୍ ଶକ୍ତି । ଏଣୁ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିରେ ଥିବା ଫୋଟନ୍ ଶକ୍ତି ଥାକ ଥାକ କରି ରହିଛି । ଯେତେବେଳେ ତରଙ୍ଗର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଅଧିକ (ଯେପରି ରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗ) ସେତେବେଳେ ଫୋଟନ୍ ଶକ୍ତି ଅତି କମ୍ । ଏହି ଦେଖିବ୍ ଉଚ୍ଚ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ତରଙ୍ଗ ଗୁଡ଼ିକରେ ତରଙ୍ଗବାଦର ସ୍ଥିତି କଣିକା ବାଦର ସ୍ଥିତି ଅପେକ୍ଷା ବେଶୀ । ଅର୍ଥାତ୍ ଏହି ଉପରର ତରଙ୍ଗ ଗୁଡ଼ିକର ରୂପରେଖ ବେଶ୍ ଭଲ ଭାବରେ ତରଙ୍ଗ-ଧାରଣା ଦ୍ୱାରା ଆମେ ବୁଝି ପାରିବା । ଏଣୁ ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ କଣିକା-ରୂପର ବ୍ୟବହାର ନିହାତି ଅଦରକାରି । X—ରଶ୍ମିର ଫୋଟନ୍ ମାନଙ୍କର ଶକ୍ତି ରେଡ଼ିଓ-ରଶ୍ମିର ଫୋଟନ ଶକ୍ତିଠାରୁ ଦଶ ହଜାର କୋଟି ଗୁଣ ଅଧିକ ଓ ପୂର୍ଣ୍ଣ ଦୃଶ୍ୟମାନ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିର ଫୋଟନ୍ ଶକ୍ତିଠାରୁ ହଜାରକୋଟି ଗୁଣ ଅଧିକ । ଏଣୁ ଏହା ଅଧିକ ଶକ୍ତିଶାଳୀ । ଏହାଠାରୁ ଅଧିକ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଫୋଟନ୍ Y-ରଶ୍ମିରେ ଥା'ନ୍ତି । ଉପର ତାଲିକାରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ ତରଙ୍ଗ ସହ କଣିକା ଅଙ୍ଗାଙ୍ଗୀ ଭାବେ ଜଡ଼ିତ । ଏଣୁ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିରେ ତରଙ୍ଗ ଓ କଣିକା ଥା'ନ୍ତି ଓ ଏହି ତରଙ୍ଗକଣିକା ଦ୍ୱାରା ଆମେ ଆଲୋକର ଭିନ୍ନ ଧର୍ମ ଗୁଡ଼ିକୁ ସହଜରେ ବୁଝି ପାରିବା, ଯେତେ-ବେଳେ ଦରକାର, ଆଲୋକର ତରଙ୍ଗବାଦ ଓ ଆଉ କେତେବେଳେ ଦରକାର ହେଉଥିବା କଣିକାବାଦ ତରଙ୍ଗକଣିକା-ବାଦରୁ ଆମେ ନେଇ ଆଲୋକର ଧର୍ମ ଗୁଡ଼ିକୁ ସହଜରେ ବୁଝି ପାରିବା ।

ଯେତେବେଳେ ତୁମେ ସବୁ ଅଧିକ ପଢ଼ିବ, ସେତେବେଳେ ମୁଁ କହିଥିବା କଥା ଗୁଡ଼ିକ ତୁମେ ମନେ ପଡ଼ିବ । ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ମଧ୍ୟରେ ଆଲୋକ ଗୋଟିଏ ବିଷୟ ଯାହାର ପୂର୍ଣ୍ଣତଥ୍ୟ ଓ ତାର ରହସ୍ୟ ଉଦ୍‌ଘାଟନ କରିବାକୁ ଆମମାନଙ୍କ ୩୦୦ ବର୍ଷ ଆମକୁ ଲାଗିଗଲା । କିନ୍ତୁ ତୁମେ ଦେଖିଥିବ ଆଲୋକର ପ୍ରହେଳିକା ୩୦୦ ବର୍ଷ ଧରି ବୈଜ୍ଞାନିକ ମାନଙ୍କୁ ବହୁ ଭାବରେ ଚଳେଇ ଥିଲେ ବି ଏହାର ରହସ୍ୟ ଅତ୍ୟନ୍ତ ରୋମାଞ୍ଚକ । ପୃଥିବୀର ସର୍ଜନା ହେବା ଦିନଠାରୁ ଆଲୁଅ ଆମ ପାଖରେ ଅପରିହାର୍ଯ୍ୟ ଭାବେ ରହି ଆସିଛି । କାରଣ ଅନ୍ଧାରୁଆ ରାତିରେ ଆକାଶକୁ ଅନେଇଲେ ଆମକୁ କେତେ ଭଲ ଲାଗେ । ମିଞ୍ଜି ମିଞ୍ଜିକା ତାରା ସବୁ

ବସ୍ତୁର କେଉଁ କୋଣରୁ ଆମକୁ ଅନେଇ ଥା'ନ୍ତି। ଏମାନଙ୍କ ପାଖରେ ଗୋଟିଏ ସମ୍ଭାର। ତାହା ହେଲା ରଙ୍ଗଣୀ ଆଲୋକ। କଏ ମିଞ୍ଜି ମିଞ୍ଜି ଜଳୁଛନ୍ତି ତ କଏ ଦାଉ ଦାଉ ଜଳନ୍ତି। ସବୁର ମୂଳରେ ଆଲୋକ ଆମକୁ ଉଦ୍ଭାସିତ କରି ଆସିଛି। ତା' ଭିତରେ ତରଙ୍ଗ ଥାଉ ବା ଫୋଟନ୍ ଥାଉ, ସେଥିରେ ଆଲୋକ ଅଛି। ସାରା ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡରେ ଥିବା ଅଗଣିତ ତାରାମାନ ସବୁ କେତେଦୂରରେ ଓ ତାଙ୍କ ଦୂରତା ଆମେ ମାପୁ କେମିତି। ଏହା ଜାଣିବାକୁ ତମେ ଆଗ୍ରହ ପ୍ରକାଶ କରିବ। ଏସବୁ ତାରକାମାନଙ୍କର ଦୂରତା ଯଦି ତମେ ମିଟର୍ (meter) ମାପକରେ ମାପିବ, ତେବେ ଅଙ୍କ ପରେ ଶୂନ୍ ବସେଇ ବସେଇ ହାତ କ'ଣ ହୋଇଯିବ। ତାରାମାନେ ଆମଠାରୁ ବହୁ ଦୂରରେ ଅଛନ୍ତି। ତେବେ ଆମ ସୌର ଜଗତରେ ଥିବା କେତେକ ଗ୍ରହ ଓ ଉପଗ୍ରହର ଦୂରତାକୁ ଅନୁଧ୍ୟାନ କରିବା।

(କ) ସୂର୍ଯ୍ୟ ପୃଥିବୀଠାରୁ ୧୫ କୋଟି କି. ମି. ଦୂରରେ ଅବସ୍ଥିତ। ଆଲୋକର ବେଗ (୩୦୦୦,୦୦୦ କି. ମି. ପ୍ରତି ସେକଣ୍ଡରେ)କୁ ଧରିଲେ। ସକାଳର ପହିଲି କିରଣ ଆମ ପାଖେ ପହଞ୍ଚିବା ପୂର୍ବରୁ ଆନୁମାନିକ ୮ ମିନଟ୍ କାଳ ରାସ୍ତାରେ କଟେଇ ଦିଏ।

(ଖ) ପୃଥିବୀଠାରୁ ସବୁଠାରୁ ନିକଟତମ ଦୂରରେ ଚନ୍ଦ୍ର ଅଛି। ଆମଠାରୁ ଚନ୍ଦ୍ରର ବ୍ୟବଧାନ ମାତ୍ର ୩୮୪.୪ ହଜାର କି. ମି.। ଅଥଚ ଚନ୍ଦ୍ର କିରଣ ଆମପାଖରେ ପହଞ୍ଚିବା ପୂର୍ବରୁ ୧.୩ ସେକେଣ୍ଡ କାଳ ରାସ୍ତାରେ କଟାଇ ଦିଏ। ଅବଶ୍ୟ ଏହା ଅତି କମ୍।

(ଗ) ପୃଥିବୀଠାରୁ ଅଧିକ ଦୂରତମ ଗ୍ରହ ହେଲା ଯମ (Pluto) ଗ୍ରହ। ଆମଠାରୁ ଏହାର ଦୂରତା ୫୫ ହଜାର କୋଟି କି. ମି.। ଏହାର କ୍ଷୀଣ ଆଲୋକ ରେଖା ଆମ ପାଖରେ ପହଞ୍ଚିବା ଆଗରୁ ପାଖାପାଖି ୫ ଘଣ୍ଟା କାଳ ବାଟରେ ଗତି କରିଥାଏ।

ଏମିତି ବସ୍ତୁର ଭିତରକୁ ଭିତରକୁ ଗଲେ ଦୂରତାର ମାତ୍ରା ଅଧିକରୁ ଅଧିକ ହୁଏ। ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ଜାଣିଲୁ ଯେ, ଆମ ଦେଖା-ଦେଖିରେ ଥିବା ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁ ଭିତରେ ଆଲୋକର ବେଗ ସର୍ବାଧିକ।

ଏଣୁ—

$C = 300{,}000$ km/sec

ଅଥବା ଆଲୋକର ବେଗ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ୩ ଲକ୍ଷ କିଲୋମିଟର । ଗୋଟିଏ ବର୍ଷ (ଅର୍ଥାତ୍ ୩୬୫ ଦିନ) ୩·୦୦ କୋଟି ସେକେଣ୍ଡ ସଙ୍ଗେ ସମାନ । ଏଣୁ ଗୋଟିଏ ଆଲୋକ ବର୍ଷ ବା (light year) ଅର୍ଥାତ୍ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ବର୍ଷ ବର୍ଷ ଧରି ଅବିରତ ଗତି କଲେ ମୋଟ ୯୦୦୦୦୦୦୦୦୦୦୦୦୦୦ କି. ମି. ବା ୯ ହଜାର କୋଟି କୋଟି କି. ମି. ବା 9×10^{15} k. m. ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିବ । ଏଣୁ

୧ ଆଲୋକ ବର୍ଷ (light year) $= 9 \times 10^{15}$ k. m.

ଏଣୁ ଏପରି ଗୋଟିଏ ନୂତନ ଆଲୋକ ବର୍ଷ ମାପକାଠିରେ ବିଶ୍ୱର ଦୂରଦୂରାନ୍ତ ମହାକାଶରେ ବସ୍ତୁ ଗୁଡ଼ିକର ଦୂରତା ମପାଯାଇ ଥାଏ । ଗଣନା କରି ଦେଖାଯାଇଛି ଯେ, ପୃଥିବୀଠାରୁ ନିକଟତମ ତାରକା ହେଲା Proxima Centauri । ଏହାର ଦୂରତା ପୃଥିବୀଠାରୁ 4¼ ଆଲୋକ ବର୍ଷ ଅଟେ । ସେହିପରି ରାତି ଆକାଶର ତାରକା ଗୁଡ଼ିକ ଯଥା Altair, Vega, Deneb ପୃଥିବୀଠାରୁ ଯଥାକ୍ରମେ ୧୬, ୨୬ ଏବଂ ୧୫୦୦ ଆଲୋକ ବର୍ଷ ଦୂରରେ । ଏଣୁ ଆଲୋକର ଏହା ଗୋଟିଏ ଅଧିକ ଗୁଣ ଯାହାକୁ ଆମେ ବ୍ୟବହାର କରିଥାଉ ।

ଆଲୋକ କ'ଣ ?

ଆଲୋକକୁ ଆମେ ଦେଖି ପାରୁନା । କେହି ବି ଦେଖିନାହାନ୍ତି । ଅଥଚ ଆଲୋକର ପରିମାଣକୁ ଆମେ ଦେଖିପାରୁ । ଯେମିତି ପ୍ରତିଫଳନ ବା ପ୍ରତିସରଣ ଘଟଣା ଦେଖାଯାଉ । କୌଣସି ବସ୍ତୁ ଉପରେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ପଡ଼ିଲେ, ସେ ବସ୍ତୁ ପୃଷ୍ଠରୁ ପ୍ରତିଫଳନ ହୋଇ ଆଲୋକରେଖା ଆସି ଆମ ଆଖିରେ ପଡ଼େ । ଏଣୁ ଆମେ ବସ୍ତୁକୁ ଦେଖିପାରୁ । ଏଣୁ ଆଲୋକ ଆମ ଦେଖିବାର ଏକ କାରକ ମାତ୍ର । ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କଠାରୁ ଶ୍ୱେତାଲୋକ (White light) ଆମ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠକୁ ଅବିରତ ଆସୁଛି । ପୃଥିବୀକୁ ଘେରି ରହିଛି ବାୟୁମଣ୍ଡଳ । ଅମ୍ଳଜାନ, ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ, ଯବକ୍ଷାର

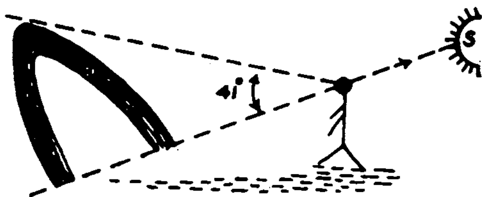
ଜାନ, ହିଲିୟମ୍, ନିୟନ୍ ଓ ଆର୍ଗନ (ନିଷ୍କ୍ରିୟ ଗ୍ୟାସ) ଏହି କେତେ-ଗୁଡ଼ିଏ ଗ୍ୟାସ୍ ମିଶ୍ରଣରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳଟି ଗଠିତ । ପ୍ରତି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଅଣୁ (molecule) ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ କ୍ଷୁଦ୍ର ବସ୍ତୁ । ଶ୍ୱେତାଲୋକ ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କଠାରୁ ଆସି ଆମ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ପ୍ରବେଶ କରେ । ବହୁ ଆଲୋକ ରେଖା ଇତସ୍ତତଃ ବୁଲୁଥିବା ଗ୍ୟାସ୍ ଅଣୁମାନଙ୍କ ପାଖ ଦେଇ ତାହା ସଙ୍ଗରେ ବାଡ଼େଇ ନହୋଇ ଆମ ପାଖରେ ଆସି ପହଞ୍ଚନ୍ତି । ଅଥଚ ଆଉ କେତେକ ଆଲୋକ ରେଖା ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଗ୍ୟାସ୍ ଅଣୁଙ୍କ ସହ ବାଡ଼େଇ ହୁଅନ୍ତି । ଏହା ଫଳରେ ଅସଂଖ୍ୟ ପ୍ରତିଫଳନ ଘଟେ । ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ କ୍ଷୁଦ୍ର ହେତୁ ଆମେ ଦେଖିପାରୁନା । ଅଥଚ ଆମେ ଦେଖୁ ସକାଳ ହେଲା । ସୂର୍ଯ୍ୟ ଉଇଁଲେ । ଖରା ଚଣ୍ଡିଲା । ଚାରିଆଡ଼ ଆଲୋକିତ ହେଲା । ସବୁ ଜୀବଜନ୍ତୁ ରାତିର ଅନ୍ଧାର ଭିତରୁ ନୂଆ ଆଲୋକର ସ୍ପର୍ଶରେ ଉନ୍ମାଦିତ ।

ଆମ ପୃଥିବୀ ଛଡ଼ା ଅନ୍ୟ ଗ୍ରହ ଉପଗ୍ରହରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ (ଗ୍ୟାସୀୟ ମଣ୍ଡଳ) ନଥିବା ହେତୁ ସେଠାରେ ଠିଆହୋଇ ଉପରକୁ ଚାହିଁଲେ ଆମ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଯେମିତି ଆଲୋକିତ ଦେଖାଯାଏ, ସେମିତି ତାହା ଦୃଶ୍ୟମାନ ହେବନାହିଁ । ଅଥଚ ଗ୍ରହ ଓ ଉପଗ୍ରହ ପୃଷ୍ଠରେ ଆଲୋକର ପ୍ରତିଫଳନ ଘଟୁଥିବାରୁ ଦିନବେଳେ ଭୂପୃଷ୍ଠ ପରି ସେମାନଙ୍କର ପୃଷ୍ଠଭାଗ ମଧ୍ୟ ଅନୁରୂପ ଦେଖାଯିବ । ପୃଥିବୀ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଅତିକ୍ରମ କରି ମହାକାଶ ଆଡ଼କୁ ଗତିକଲେ ସବୁଆଡ଼ ଅନ୍ଧାରୁଆ ଦେଖାଯିବ ଓ ଜଳଜଳ ତାରକା ସବୁ ଦେଖାଯିବ । କାରଣ ମହାକାଶରେ ଗ୍ୟାସୀୟ ମଣ୍ଡଳ ନଥାଏ ଏଣୁ ସୌରଲୋକ ଥିଲେବି ପ୍ରତିଫଳନ ହନା ମହାକାଶ ଆଲୋକିତ ଦେଖାଯାଏନା । ଅଥଚ ମହାକାଶ ଯାନ ଓ ମହାକାଶରେ ଭ୍ରମଣ କରୁଥିବା ମାନବମାନେ ଦେଖିଲେ ଆଲୋକିତ ଦେଖାଯିବେ ଓ ଆମେ ଦୂରରୁ ତାଙ୍କୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ଦେଖି ପାରିବା । ମହାକାଶରେ ପର୍ଯ୍ୟାପ୍ତ ପରିମାଣରେ ସୌରାଲୋକ ପଡ଼େ । କେବଳ ତାହାର କ୍ଷୁଦ୍ରାଂଶ ଆମ ପୃଥିବୀରେ ପଡ଼ି ପୃଥିବୀରେ ଜୀବସୃଷ୍ଟି କରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ । ମନରେ ସ୍ୱତଃ ପ୍ରଶ୍ନ ଉଠେ ଯେ ସୂର୍ଯ୍ୟ କିପରି ସୌରାଲୋକ ସୃଷ୍ଟି କରୁଛି ? କୋଟି କୋଟି ବର୍ଷ ଧରି ସୌରାଲୋକ ସୌରଜଗତ ଓ ମହାକାଶକୁ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ

ହୋଇ ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କ ଠାରୁ ଉତ୍ସ୍ରୁଛି । ସୂର୍ଯ୍ୟ ଏକ ବିରାଟ ଉତ୍ତପ୍ତ ପିଣ୍ଡୁଳା । ଏହି ବିରାଟ ପିଣ୍ଡୁଳାର କେନ୍ଦ୍ର ଆଡ଼କୁ ଏହାର ଉତ୍ତାପର ହାରାହାରି ପରିମାଣ ୩.୬ କୋଟି ଡ଼ିଗ୍ରୀ ସେଲସିଅସ୍ । ଏତେ ପରିମାଣର ତାପଶକ୍ତି ସୂର୍ଯ୍ୟରେ ରହିବାର କାରଣ ହେଉଛି ସୂର୍ଯ୍ୟରେ ଥିବା ପର୍ଯ୍ୟାପ୍ତ ପରିମାଣ ବସ୍ତୁର ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟି ଶକ୍ତିଜାତ ହୁଏ । ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣାଯାଇଛି ଯେ ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍-ହୀନ ଉଦ୍‌ଜାନ ନିଉକ୍ଲିୟାର (nuclear) ଗଳନ (fusion) ପ୍ରକ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍-ହୀନ ହିଲିୟମ ନିଉକ୍ଲିୟାରରେ ସଂଯୋଜିତ ହୋଇଥାଏ । ଏପରି ଗଳନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଅତ୍ୟଧିକ ଉତ୍ତାପ ଶୋରରେ ସଂଗଠିତ ହୁଏ । ଏବଂ ଗଳନ ପ୍ରକ୍ରିୟାର ଫଳସ୍ୱରୂପ ପର୍ଯ୍ୟାପ୍ତ ପରିମାଣର ତାପ ଶକ୍ତି ଜାତ ହୁଏ । ଏ ଯେଉଁ ପର୍ଯ୍ୟାପ୍ତ ପରିମାଣର ତାପମାତ୍ରା ସୂର୍ଯ୍ୟରେ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଛି ତାହା ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ୪ କୋଟି ଟନ୍‌ର ବସ୍ତୁ ସୂର୍ଯ୍ୟର ଆଭ୍ୟନ୍ତରରେ ଧ୍ୱଂସ ହେବାର ପରିଣାମ ଅଟେ । ଏହି ଧ୍ୱଂସ ହେଉଥିବା ବସ୍ତୁରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ତାପ ଶକ୍ତି ଯାହାକି ଆମକୁ କୋଟି କୋଟି ବର୍ଷ ଧରି ସୌରରଶ୍ମି ଯୋଗାଇ ଆସୁଛି ।

ଆଲୋକ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ଓ ଇନ୍ଦ୍ରଧନୁ :

ବର୍ଷା ଦିନେ ବର୍ଷା ହୁଏ । କିନ୍ତୁ ଆକାଶରେ ଦେଖାଯାଏ ସପ୍ତ-ବର୍ଣ୍ଣର ଇନ୍ଦ୍ରଧନୁ । ପ୍ରକୃତିର ମନୋରମ ଦୃଶ୍ୟ । ଭଲକରି ଅସରାଏ ବର୍ଷା ହୁଏ । କିଛି ସମୟ ପରେ ବର୍ଷା ଗୁଡ଼ ଗୁଡ଼ ଆସୁଛି । ଖରା ପଡ଼ିଗଲାଣି ।

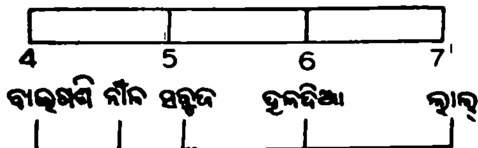


ଠିକ୍ ଏହି ସମୟଟା ଇନ୍ଦ୍ରଧନୁ ଦେଖିବାପାଇଁ ଠିକ୍ ବେଳା । ଯେଉଁ ସମୟଟା ସୂର୍ଯ୍ୟୋଦୟର କିଛି ସମୟ ପରେ ଅଥବା ସୂର୍ଯ୍ୟାସ୍ତର କିଛି ସମୟ ଆଗରୁ ହୁଏ । ଏଣିକି ଯେତେବେଳେ ଇନ୍ଦ୍ରଧନୁ ଦେଖିବ, ଦେଖିବ ଇନ୍ଦ୍ରଧନୁ ଯଦି ସକାଳେ ଦେଖିବ ତେବେ ଆକାଶର ପଶ୍ଚିମପଟେ ହିଁ ଦେଖିବ । ଯଦି ସନ୍ଧ୍ୟାରେ ଇନ୍ଦ୍ରଧନୁ ଦେଖିବ, ତେବେ ଆକାଶର ପୂର୍ବପଟେ ହିଁ ଦେଖିବ । ଆସ ଦେଖିବା ଇନ୍ଦ୍ରଧନୁ କେମିତି ହୁଏ, ବର୍ଷା ଗୁଡ଼ ଗୁଡ଼ ଆସୁଥିବାବେଳେ ଆକାଶରେ ବହୁ ପରିମାଣରେ ଜଳକଣା ଭାସମାନ ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଏ । ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କ ଠାରୁ ଶ୍ୱେତାଲୋକ ଏହି ଭାସୁଥିବା ଜଳକଣା ଭିତର ଦେଇ ପ୍ରତିସରଣ ହେଲେ ଆଲୋକରେ ଥିବା ସାତରଙ୍ଗ ଭାଙ୍ଗିଯାଇ ଅଲଗା ହୁଅନ୍ତି । ଏହାକୁ ଆଲୋକର ବିକ୍ଷେପଣ କୁହନ୍ତି । ମୂଳ ଶ୍ୱେତାଲୋକରୁ ପି କମ ହାସ୍ୱ ମଧ୍ୟ ଏହି ବିକ୍ଷେପଣ (dispersion) ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ସାତ-ରଙ୍ଗ ଅଲଗା ହୁଏ । ତମେ ଜାଣ ଏହି ସାତରଙ୍ଗ ବା-ଏ-ନୀ-ସ-ହ-ନା-ଲରେ ଅବସ୍ଥିତ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଚିତ୍ର-୧୦କୁ ଦେଖ । ପ୍ରଥମେ ଦେଖିବ ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କ ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଆକାଶରେ ଇନ୍ଦ୍ରଧନୁ ଦେଖେ । ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କ ଆକାଶରେ ଅବସ୍ଥିତ ଏପରି ହେବା ଦରକାର ଯେତେବେଳେ ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକ ଭୂମି ସହିତ 41° କୋଣ କରି ପଡ଼ିବ । ଏହା କେବଳ ସକାଳେ କିମ୍ବା ସନ୍ଧ୍ୟାରେ ସମ୍ଭବ ହୋଇଥାଏ । ଇନ୍ଦ୍ରଧନୁକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ସାତୋଟିଯାକ ରଙ୍ଗ ଦେଖାଯିବ ।

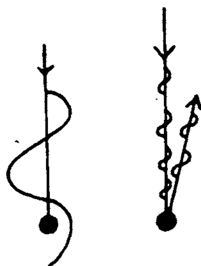
ଆକାଶ ଆମକୁ ନେଳିଆ ଦେଖାଯାଏ, କାହିଁକି ? :

ଏହା ଏକ ଗହନ କଥା । ତଥାପି ପିଲାଏ ବୁଝିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା



ଚିତ୍ର-୧୧

କର । ଚିତ୍ର-୧୧କୁ ଦେଖ । ଶ୍ୱେତାଲୋକରେ ଥିବା ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗର ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ ସ୍କେଲ୍‌ରେ ପ୍ରକଟ କରାଯାଇଛି । ଦେଖିବ ଲାଲ ଆଲୋକର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବାଇଗଣି ଆଲୋକର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟଠାରୁ ଅଧିକ । ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଅସଂଖ୍ୟ ପରମାଣୁ (atom) ଓ ଅଣୁ (molecule) ଥାନ୍ତି । କାରଣ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ବହୁ ଗ୍ୟାସର ସମଷ୍ଟିରୁ ସୃଷ୍ଟି । ସୂର୍ଯ୍ୟ କିରଣ ବା ଚନ୍ଦ୍ର କିରଣ ହେଉ, ସେଥିରେ ଶ୍ୱେତାଲୋକ ଥାଏ ଏବଂ ଏହା ସାତୋଟି ମୌଳିକ ରଙ୍ଗର ସମିଶ୍ରଣ ଅଟେ । ମୁଁ ଆଗରୁ କହିଛି ଆଲୋକ କଳକଣା ଦେଇ ପ୍ରତିଫରଣ ଘଟଣା ଘଟାଏ । ସେମିତି ଶ୍ୱେତାଲୋକ ପରମାଣୁ ଉପରେ ପଡ଼ିଲେ ପରମାଣୁ ପୃଷ୍ଠରୁ ବିଚ୍ଛୁରିତ (Scattering) ହୁଏ । ତେବେ ଏ ବିଚ୍ଛୁରିତ ଘଟଣା କ'ଣ ? ମଣିଷ ଭୂପୃଷ୍ଠରେ ଜନ୍ମ ହେବାଠାରୁ ଆକାଶର ନୀଳରଙ୍ଗ ଦେଖି ଉନ୍ମାଦିତ ହୋଇଛି । ଏହା ଗୋଟିଏ ପୁରାତନ ଘଟଣା । ଶ୍ୱେତାଲୋକର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ଥିବା ସାତଟି ରଙ୍ଗର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ (ଚିତ୍ର ୧୧)ରେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଜାଣିବା ଯେ ଲାଲ୍ ରଙ୍ଗ ଆଲୋକର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ନୀଳ ରଙ୍ଗ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଠାରୁ ଆନୁମାନିକ 1.8 ଗୁଣ ଅଧିକ ଅଟେ । ଚିତ୍ର ୧୨କୁ ଦେଖ । ଦୁଇଟି ତରଙ୍ଗ ଗୋଟିଏ ବଡ଼ ଅନ୍ୟଟି ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଛୋଟ ଯାଉ ଯାଉ ମନେକର ଗୋଟିଏ ବାଧା ଦେଲାଭଳି ବସ୍ତୁକୁ ହଠାତ୍ ଭେଟିଲେ ଛୋଟ ତରଙ୍ଗଟି ଝୁଣ୍ଟି ହେଇ ପଛ ଆଡ଼କୁ ବୁଲି ପଡ଼ିବ । କିନ୍ତୁ ବଡ଼ ତରଙ୍ଗଟି ବସ୍ତୁର ଅସ୍ତିତ୍ୱ ଅନୁଭବ କରିପାରିବ ନାହିଁ ଓ ସେ ତାକୁ ଡେଇଁ ପଡ଼ି ଆଗକୁ ଚାଲିଯିବ । ଯଦିଓ ବିଚ୍ଛୁରଣ (scattering) ଘଟଣା ବୁଝିବା ଟିକିଏ କଷ୍ଟକର ତେବେ ପାଖାପାଖି ଏଇୟା ପ୍ରକୃତରେ ଘଟେ । ଆମେ ଜାଣୁ ପୃଥିବୀକୁ ଘେରି ଉପରକୁ ୮୦୦ କି. ମି. ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଅଛି ଏବଂ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଅସଂଖ୍ୟ ପରମାଣୁ ଇତସ୍ତତଃ ବେଗଗାମୀ ଥା'ନ୍ତି ।



ଚିତ୍ର-୧୨

ଶ୍ୱେତାଲୋକ ଚନ୍ଦ୍ରରୁ ହେଉ ବା ସୂର୍ଯ୍ୟରୁ ହେଉ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଉପରେ ସବୁବେଳେ ଲମ୍ବ ଭାବରେ ପଡ଼େ । ଆଉ ଆଲୋକରେ ଥିବା ସାତଟି ରଙ୍ଗର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟଭେଦ ଅଛି । ସବୁଠାରୁ ବଡ଼ ତରଙ୍ଗ ଲାଲ ରଂଗର ଓ ସବୁଠାରୁ ଛୋଟ ତରଙ୍ଗ ବାଇଗଣୀ ଓ ନୀଳ ରଂଗର । ଚିତ୍ର-୧୨ରେ ଦେଖିବ, ବଡ଼ ତରଙ୍ଗ ସବୁ ସୂର୍ଯ୍ୟଆଡ଼ୁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଆଡ଼କୁ ଆସି ପରମାଣୁ ଗୁଡ଼ିକୁ କୌଣସି ବାଧାପୃଷ୍ଠ (obstacle) ବୋଲି ନ ମଣି ସିଧାସଳଖ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ କରନ୍ତି । ଅଥଚ, ଛୋଟ ତରଂଗଟିଏ ପରମାଣୁକୁ ବାଧାପୃଷ୍ଠ ବୋଲି ମଣି ତା' ଉପରେ ବାଡ଼େଇ ହୋଇ (ପ୍ରକୃତରେ ବିଚ୍ଛୁରିତ ହୋଇ) ପୁଣି ମହାକାଶ ଆଡ଼କୁ ଫେରିଯାଏ । ଏଣୁ ଜଣାଯିବ, ବିଚ୍ଛୁରଣ ଗୋଟିଏ ଘଟଣା ଯାହାଦ୍ୱାରା ଶ୍ୱେତାଲୋକର ସାତୋଟି ରଂଗ କୌଣସି ବାଧା ପୃଷ୍ଠରେ ବାଡ଼େଇ ହୋଇ ଅଲଗା ଅଲଗା ରଂଗରେ ବିଭକ୍ତ ହୁଅନ୍ତି । ଏଣୁ ଏହି ପଦ୍ଧତି ଦ୍ୱାରା ପୃଥିବୀକୁ ଘେରି ରହିଥିବା ବାୟୁମଣ୍ଡଳରୁ ପର୍ଯ୍ୟାପ୍ତ ସଂଖ୍ୟକ ନୀଳରଂଗ ତରଂଗ ସବୁ ଶ୍ୱେତାଲୋକରୁ ବିଚ୍ଛୁରିତ ହୋଇ ପୁଣି ଆକାଶ ଆଡ଼କୁ ଫେରିଯିବା ଦୃଷ୍ଟିରୁ ଆମେ ଆକାଶକୁ ନେଳିଆ ଥିବାର ଦେଖୁ । ଜାଣିରଖ ଏ ବିଚ୍ଛୁରଣର ବ୍ୟାଖ୍ୟା ଏଠାରେ ନିହାତି ସରଳ ଭାବରେ ବୁଝାଯାଇଛି ଅଥଚ ଏହା ଗୋଟିଏ ଜଟିଳ ଘଟଣା (Phenomena) ଅଟେ ଏବଂ ଏହାକୁ ବୁଝାଇବାକୁ ଗଲେ ଗାଣିତିକ ବିଶ୍ଳେଷଣ ଆବଶ୍ୟକ ।

ଅତିବାଇଗଣି (ultraviolet) ଆଲୋକ :

ଚିତ୍ର-୧୧ ଦେଖ । ଉକ୍ତ ସ୍କେଲ୍‌ରେ 'ଖ' ପୂର୍ବକୁ ଅର୍ଥାତ୍ ବାଇଗଣି ଆଲୋକ ତରଂଗ (ଏହାର ତରଂଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ $4{\cdot}0 \times 10^{-7}$m ଅଟେ)ର ପରକୁ ଅତିବାଇଗଣି ଆଲୋକର ତରଂଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ରହିଥାଏ । ସାଧାରଣତଃ $1{\cdot}0 \times 10^{-8}$m ଠାରୁ $3{\cdot}5 \times 10^{-8}$m ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ତରଂଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗ ଗୁଡ଼ିକୁ ଅତିବାଇଗଣି ଆଲୋକ ଆଖ୍ୟା ଦିଆଯାଇଥାଏ । ଏଗୁଡ଼ିକ ଆପେକ୍ଷାକୃତ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଆଲୋକ । ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କ ଠାରୁ ଏହା ଆସେ କିନ୍ତୁ ସୁଖର କଥା କି ଭଗବାନ

ସଂସାରକୁ ଏମିତ ଗଢ଼ିଛନ୍ତି, ତାହାର୍ ପଟାନ୍ତର ନାହିଁ । ବାୟୁମଣ୍ଡଳଟିକୁ ଭଗବାନ୍ ଏପରି କରିଛନ୍ତି, ଯାହା ଦ୍ୱାରା ଅତିବାଇଗଣି ପରି ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଅନେକ ରଶ୍ମି ର ବିଶେଷ ଅଂଶ ଏହି ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଦ୍ୱାରା ଅବଶୋଷିତ ହୋଇଥା'ନ୍ତି । ଯଦି ଏଗୁଡ଼ିକ ଅବଶୋଷିତ ନ ହୋଇ ଭୂପୃଷ୍ଠରେ ପହଞ୍ଚି ଥା'ନ୍ତେ, ତେବେ ଏମାନଙ୍କ ପ୍ରଭାବରେ ଭୂ-ପୃଷ୍ଠରେ ଜୀବ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇ ପାରନ୍ତା ନାହିଁ ।

ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଉପର ଭାଗରେ ଓଜନ ସ୍ତରଟିଏ ଅଛି । ଏହା ପ୍ରଭୁଙ୍କ ରଚନା । ସେ ଏହା କରିବାର ଅର୍ଥହେଲା କି ଭୂପୃଷ୍ଠରେ ଜୀବସୃଷ୍ଟି ସେ କରିବା ଆଗରୁ ଏହି ସ୍ତରର ସର୍ଜନା କରିବା ଦରକାର ପଡ଼ିଲା । ଏଣୁ ତାହା ସେ ବୋଧେ କଲେ । ଏହି ସ୍ତର ଦ୍ୱାରା ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କଠାରୁ ଆସୁଥିବା ଏହି ମାରତ୍ମକ ରଶ୍ମି ଗୁଡ଼ିକ ଅବଶୋଷିତ ହୋଇଯା'ନ୍ତି ଏବଂ ଜୀବଜଗତ ଭୂପୃଷ୍ଠରେ ସୁରକ୍ଷିତ ରହେ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଶୁଣୁଥିବ, ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଆଧୁନିକ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଯୁଗରେ ପ୍ରଦୂଷିତ ହୋଇଗଲଣି । ମେରୁ ଉପରେ ଥିବା ଏହି ଓଜୋନ୍ ସ୍ତରରେ ଏସିଆ ମହାଦେଶ ଆକାରର ଦୁଇଟା କଣା (hole) ସୃଷ୍ଟି ହୋଇ ଗଲଣି । କାରଣ ଏହା ପ୍ରଦୂଷଣର ପ୍ରଭାବରୁ ଘଟିଛି ବୋଲି ସମସ୍ତେ ଆଶା କରୁଛନ୍ତି । ଏହା ଦ୍ୱାରା ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କଠାରୁ ଅତିମାତ୍ରାରେ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଅତିବାଇଗଣି ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ ଅବଶୋଷିତ ନ ହୋଇ ଏହି ଦୁଇଟି କଣା ଦେଇ ମେରୁ ଅଞ୍ଚଳରେ ପଡ଼ିବ । ଏହାର ପ୍ରଭାବରେ ଉତ୍ତର ଓ ଦକ୍ଷିଣ ମେରୁରୁ ବରଫ ତରଳି ସମୁଦ୍ର ପତନରେ ବାର୍ଷିକ ୮ ମିଟର ପତନ ଅଧିକ ହେବ । ଏହା ଫଳରେ ବାଂଗଲାଦେଶ, ମାଲ୍ଦିଭ୍ ଓ ଇଟାଲୀର ବହୁଅଂଶ ଜଳ ମଗ୍ନ ହେବ ।

ଏହାଛଡ଼ା ଅତିବାଇଗଣୀ ରଶ୍ମିର ରୋଗ ହରଣକାରୀ ଶକ୍ତି ବି ଅଛି । ଡାକ୍ତରମାନେ ଅତିବାଇଗଣି ରଶ୍ମିକୁ ପକାଇ କେତେକ ପ୍ରକାରର ଚର୍ମ ରୋଗକୁ ଭଲ କରନ୍ତି । କାରଣ ଏହି ରଶ୍ମି ଦ୍ୱାରା କେତେକ ପ୍ରକାର ଜୀବାଣୁ ଓ ଭୂତାଣୁ ମରିଯା'ନ୍ତି । ଦେହରେ ପଡ଼ିଲେ ଅତିବାଇଗଣି ରଶ୍ମି ଦ୍ୱାରା ଜୀବସାର ଡି ଚର୍ମ ଉପରେ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । କଥିତ ଅଛି କୋଣାର୍କ

କୂଳରେ କୃଷ୍ଣଙ୍କ ପୁଅ ଶାମ୍ବ ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କୁ ଉପାସନା କରି ସଜାଡ଼ୁଆ ଖରା (ଏଥିରେ ପ୍ରଚୁର ପରିମାଣରେ ଅତି ବାଇଗଣି ରଶ୍ମି ଥାଏ)ର ପ୍ରଭାବରେ ତାଙ୍କ ଦେହରେ ହୋଇଥିବା କୁଷ୍ଠରୋଗକୁ ଭଲ କରିଥିଲେ ।

ଅବଲୋହିତ ଆଲୋକ (Infrared light) :

ଲାଲ୍ (ଲୋହିତ) ଆଲୋକ ସୀମା ପରେ ଏହାର ସୀମା ଥିବାରୁ ଏହାକୁ ଅବଲୋହିତ ଆଲୋକ କୁହାଯାଏ । ଏହାର ତରଙ୍ଗସୀମା $8\times10^{-6}m$ ଠାରୁ $1000\times10^{-6}m$ ଭିତରେ । ଏହି ରଶ୍ମିର ଉପକାରିତା ବହୁତ କମ୍ । ଏହା ଦୃଶ୍ୟମାନ ଆଲୋକର, ପରିସର ବାହାରେ ଅଛି । ଏହି ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ବାଷ୍ପ ଅଥବା ଘନ କୁହୁଡ଼ି ମଧ୍ୟରେ ଅବଶୋଷିତ ହୁଏ ନାହିଁ । ଏଣୁ ବହୁଦୂର ସୂର୍ଯ୍ୟାସ୍ତ କୁହୁଡ଼ି ଭିତରେ ଓ ରାତିରେ ଅବଲୋହିତ ଆଲୋକ ସାହାଯ୍ୟରେ ଫଟୋ ନେଇ ହୁଏ । ଉପଗ୍ରହ ବ୍ୟବହାର କରି ଅବଲୋହିତ ରଶ୍ମି ଦ୍ୱାରା ଦେଶ ଦେଶର ସୁନ୍ଦର ସାଜ ସଜ୍ଜା-ନାରୀମାନଙ୍କର ଫଟୋ ଆଜିକାଲି ନିଆଯାଉଛି । ଅବଲୋହିତ ଆଲୋକ ତାପ ଚିକିତ୍ସା କ୍ଷେତ୍ରରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ । କାରଣ ଏହା ଶରୀର ମଧ୍ୟକୁ ଚର୍ମସ୍ତର ଓ ମାଂସପେଶୀ ସ୍ତର ଭେଦିଯାଇ ପାରେ । ଅବଲୋହିତ ଫଟୋଗ୍ରାଫ ଦ୍ୱାରା ଉଠାଯାଇ ଥିବା ଚିତ୍ରରେ ଏମିତ ଜିନିଷ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ସେହି ଜାଗାର ସାଧାରଣ ଫଟୋରେ ତ ସେମିତି ଜିନିଷ ଦେଖାଯାଏ ନାହିଁ ।

ପ୍ରତିଦୀପ୍ତି (Fluorescence), ସ୍ଫୁରଦୀପ୍ତି (Phosphorescence) ଓ ସଂଦୀପ୍ତି (Luminiscence) :

କୌଣସି ବସ୍ତୁ, ବହୁ ପରିମାଣରେ ତାତି ଗଲେ ତା' ଉପରୁ ଆଲୋକ ବାହାରେ । ଏପରି ବସ୍ତୁକୁ ତାପଦୀପ୍ତି (incandescence) କହନ୍ତି । ଘରେ ଘରେ ଆମେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବଲବ୍ ଜାଳୁ । ଏଗୁଡ଼ିକୁ ତାପଦୀପ୍ତି ବଲବ୍ (incandescent bulb) କହନ୍ତି । କାରଣ ବଲବ୍ ଭିତରେ ଗୋଟେ ସରୁ ତାରର କୁଣ୍ଡଳୀ (filament) ଥାଏ । ଏ ତାର ଦେହରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହିତ ହେଲେ କୁଣ୍ଡଳୀଟି ଅତିମାତ୍ରାରେ ତାତିଯାଏ ଏବଂ ଏଥିରୁ ଆଲୋକ ବାହାରେ । ସେମିତି ସୂର୍ଯ୍ୟ ଗୋଟିଏ ତାପଦୀପ୍ତି ବସ୍ତୁ ।

ଆଉ ଗୋଟିଏ ଅନ୍ୟ ଉପାୟରେ ମଧ୍ୟ କେତେକ ବସ୍ତୁର ଆଲୋକ ବାହାରେ । ପରୀକ୍ଷାରୁ ଦେଖାଯାଏ, କେତେକ ପରମାଣୁ ଉତ୍ତେଜିତ ହୋଇ ପଡ଼ ପର ମୁହୂର୍ତ୍ତରେ ନିମ୍ନ ଅବସ୍ଥାକୁ ଫେରି ଆସିଲେ, ସେଥିରୁ ଆଲୋକ ବାହାରେ । ଏହି ଘଟଣାକୁ ସଦୀପ୍ତ (lumiscence) କହନ୍ତି । ଯେଉଁ ସବୁ ପଦାର୍ଥରୁ ଏପରିଭାବେ ଆଲୋକ ବାହାରେ ସେ ପଦାର୍ଥ ଗୁଡ଼ିକୁ ସଦୀପ୍ତି ଶୀଳ (lumininiscent) ପଦାର୍ଥ କହନ୍ତି ।

ଆଉ ଗୋଟେ ପ୍ରକାରର ବସ୍ତୁ ଅଛି, ଯାହା ଉପରେ ଆଲୋକ ପଡ଼ିଲେ, ଆଲୋକ ବସ୍ତୁରେ ଅବଶୋଷିତ ହୋଇଯାଏ । ଏବଂ ସେଥିରୁ ଭିନ୍ନ ରଂଗର କିରଣ ବାହାରେ । ଏମିତି ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକୁ ପ୍ରତିଦୀପ୍ତ ପଦାର୍ଥ (fluorescens material) କହନ୍ତି । କୁଇନାଇନ୍ ସଲ୍‌ଫେଟ୍‌ର ଦ୍ରବଣ, ପେଟ୍ରୋଲିୟମ ତେଲ ଓ ୟୁରାନିୟମ୍ କାଚ ଇତ୍ୟାଦି ପ୍ରତିଦୀପ୍ତ ପଦାର୍ଥ ଅଟନ୍ତି । କେବେ ପେଟ୍ରୋଲ ଉପରକୁ ଟର୍ଚ୍ଚଲାଇଟ୍ ପକାଅ । ଦେଖିବ ତାହା ଈଷତ୍ ଲାଲ ରଂଗର ଦେଖାଯିବ ।

ଆଉ କେତେକ ପଦାର୍ଥ ଅଛନ୍ତି, ତାଙ୍କ ଉପରେ ଆଲୋକ ପଡ଼ିଲେ ଓ ଉତ୍ତେଜକ ଆଲୋକ କାଢି ନିଆଗଲା ପରେ କିଛି ସମୟ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସେହି ପଦାର୍ଥ ଗୁଡ଼ିକ ଆଲୋକିତ ହୋଇ ରହିଥାନ୍ତି । ସେହି ପ୍ରକାରର ପଦାର୍ଥ ଗୁଡ଼ିକୁ ସ୍ଫୁରଦୀପ୍ତ (phoshorescent) ପଦାର୍ଥ କହନ୍ତି । କ୍ୟାଲ୍‌ସିୟମ୍ ଅକ୍‌ସାଇଡ୍, ବେରିୟମ ଓ ଷ୍ଟ୍ରନ୍‌ସିୟମ୍ ସଲ୍‌ଫାଇଡ୍ ପରି ପଦାର୍ଥ ଗୁଡ଼ିକ ଏହି ପ୍ରକାରର ବସ୍ତୁ । ଆଜିକାଲି ରାସ୍ତାକଡ଼ରେ ଲେଖା ଯାଇଥିବା ସଙ୍କେତ ସବୁ ବେରିୟମ୍ ସଲ୍‌ଫାଇଡ୍ ପଦାର୍ଥରେ ଲେଖାଯାଉଛି । କାରଣ ରାତିର ଘନ ଅନ୍ଧାରରେ ବି ରାସ୍ତାକଡ଼ର ସଙ୍କେତ Road signal) ସବୁ ଅନାୟାସରେ ପଢ଼ି ହେବ ।

ଲାଲ ରଙ୍ଗ ଆଡ଼କୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ (Red shift) :

ଆଲୋକର ଏହା ଗୋଟିଏ ଅଦ୍ଭୁତ ଗୁଣ । ଆଲୋକର ବେଗ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ୩ କୋଟି କିଲୋମିଟର । ଏହା ମୁଁ ଆଗରୁ କହିଛି । ଆମକୁ ଯେଉଁ ତାରା ଗୁଡ଼ିକ ମିଞ୍ଜି ମିଞ୍ଜି ହୋଇ ଜଳୁଥିବାର ଦେଖା-ଯାଏ ସେମାନେ ଆମଠାରୁ ବହୁ ଦୂରରେ । କେତେକ ୨/୩ ହଜାର ବର୍ଷ

ଆଲୋକ ଦୂରରେ । ଏହି ତାରମାନେ ମଧ୍ୟ ଅତକ୍ଷିପ୍ର ବେଗରେ ଆମଠାରୁ (ଅର୍ଥାତ୍ ପୃଥିବୀ ଠାରୁ) ମହାବଶ୍ୱ ଆଡ଼କୁ ଅପସର ଯାଉଥାନ୍ତି । ଏହି ତାର ମାନଙ୍କଠାରୁ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଆସିଲ ପରେ ତାହାକୁ ଆମେ ବଶ୍ଳେଷଣ କର ସେଥିରୁ ତାରମାନେ କ୍ଷିପ୍ର ବେଗରେ ଆମଠାରୁ ଘୁଞ୍ଚିଯିବା କଥା ଜାଣିପାରୁ । ଯେଉଁ ବାର୍ତ୍ତାର ବଶ୍ଳେଷଣ ଦ୍ୱାର ତାରମାନେ ଆମଠାରୁ ଘୁଞ୍ଚିଯିବା କଥା ଜାଣିପାରୁ, ତାହା ହେଉଛି red shift ବା ନଳରଙ୍ଗ ଆଡ଼କୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ । ଜ'ଣ ନାଲ ରଙ୍ଗ ଆଡ଼କୁ ଘୁଞ୍ଚେ ତାହା ମୁଁ ବୁଝାଇ ଦେଉଛି ।

ତାରମାନେ ଉତ୍ତପ୍ତ ପିଣ୍ଡ । ପିଣ୍ଡ ଗୁଡ଼ିକ ଆମ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ମିଳୁଥିବା ମୌଳିକ ଉପାଦାନର ସମଷ୍ଟିରେ ମଧ୍ୟ ଗଠିତ । ଏଣୁ ଗୋଟିଏ ତାର ଠାରୁ ଆସୁଥିବା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ (spectrum)କୁ ଅଧ୍ୟୟନ କଲେ ସେଥିରେ ଥିବା ଉପାଦାନ ଗୁଡ଼ିକ ବିଷୟରେ ବାର୍ତ୍ତା ମିଳପାରେ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଉତ୍ତପ୍ତ ଲୌହଧାତୁର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ରେଖା (spectral line) ର ସ୍ଥାନ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀରେ ନର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସ୍ଥାନରେ ଥାଏ । ସେହିପରି ଉତ୍ତପ୍ତ ସୋଡ଼ିୟମ୍ ବା କାଲ୍‌ସିୟମ୍ ଉପାଦାନ ମାନଙ୍କର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀକୁ ଅନୁଧ୍ୟାନ କଲେ ସେମାନଙ୍କର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀରେଖା ନର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସ୍ଥାନରେ ଥାଏ, ଏଣୁ କୌଣସି ତାରଠାରୁ ଆସୁଥିବା ଆଲୋକର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀରେ ଥିବା ଯେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ରେଖାକୁ ଅନୁଧ୍ୟାନ କଲେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଉକ୍ତ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ରେଖାଟି ତାର ନର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସ୍ଥାନରେ ନଥାଇ ଟିକିଏ ଡ଼ାହାଣକୁ ଘୁଞ୍ଚିଥିବାର ଦେଖାଯାଏ । ଚିତ୍ର-୧୧ରେ ଦେଖିବ ବଯ ବାମପଟେ ଅତି ବାଇଗଣି ରଙ୍ଗ ଓ ଡ଼ାହାଣ ପଟେ ନାଲ ରଙ୍ଗ ଥାଏ । ତେଣୁ ତାର ଠାରୁ ଆସୁଥିବା ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ରେଖାଟି ଯଦ ତାର ନର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସ୍ଥାନରେ ନରହି ଡ଼ାହାଣକୁ ଘୁଞ୍ଚିଥିବା ଜଣାପଡ଼େ ତେବେ ତାରଟି ପୃଥିବୀଠାରୁ ଦୂରକୁ ଗତକରେ ବୋଲି ଆମେ ଧାରଣା କରୁ । ଅପର ପକ୍ଷରେ ତାରଲୋକର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ରେଖାଟି ବାମକୁ ଘୁଞ୍ଚିଥିବା ଜଣାପଡ଼େ ତେବେ ସେହି ତାରଟି ପୃଥିବୀ ଆଡ଼କୁ ଆସୁଥାଏ ବୋଲି ବୁଝାଯାଏ । ଏଣୁ ତାର ମାନଙ୍କର ଗତ ନରୂପଣ ହଗରେ "ଆଲୋକର ନାଲ ରଙ୍ଗ ଆଡ଼କୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ" ବା Red shife ଆମକୁ ସାହାଯ୍ୟ କରେ ।

ଲେଜର (Laser) ମୋର ଶେଷ କଥା :

ଏହାର ନାମ ହେଉଛି Light Amplification through Stimulated Emission of Radiation ର କ୍ଷୁଦ୍ର ଆକାର ଅଟେ । ୧୯୬୦ ମସିହାରେ ଲେଜର୍‌ର ଉଦ୍ଭାବନ ହେଲା । ଏହା ସାଧାରଣତଃ ଦୁଇ ପ୍ରକାରର । ପ୍ରଥମଟି ହେଲା ଗ୍ୟାସ୍ ଲେଜର୍ ଓ ଦ୍ୱିତୀୟଟି ହେଲା ଘନ ପଦାର୍ଥ ଲେଜର୍ (solid laser) । ଗ୍ୟାସ୍‌ରୁ ବାହାରୁଥିବା ଲେଜର୍ ରଶ୍ମିକୁ ଗ୍ୟାସ୍ ଲେଜର୍ ଓ ଘନପଦାର୍ଥରୁ ବାହାରୁଥିବା ଲେଜର୍ ରଶ୍ମିକୁ solid laser କହନ୍ତି । ଗ୍ୟାସ୍ ଲେଜର୍‌ରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ଗ୍ୟାସ୍ ଦୁଇଟିର ମିଶ୍ରଣ ହିଲିୟମ୍ ଓ ନିଅନ୍ ରେ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଗାଲିୟମ୍ ଆର୍ସେନାଇଡ୍ (Gallium Arsenide) ଭଳି ଏକ ଘନ ପଦାର୍ଥରୁ ଉତ୍ସର୍ଜିତ (emitted) ଲେଜର ରଶ୍ମିକୁ solid ଲେଜର ରଶ୍ମି କହନ୍ତି । ଯେପରିକି ରୁବି (Ruby) ସ୍ଫଟିକରୁ ଉତ୍ସର୍ଜିତ ଲେଜର ରଶ୍ମିକୁ ruby laser beam କହନ୍ତି ।

Solid ଲେଜରର ନିର୍ଗତ ଲେଜର୍ ରଶ୍ମି ସାଧାରଣତଃ ଅବଲୋହିତ ରଶ୍ମି (infrared rays)ର ସୀମା ଭୁକ୍ତ । ତେବେ ଏ ରଶ୍ମିଟି କ'ଣ ? ଏହି ଆଲୋକ ରଶ୍ମିଟି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ରୂପେ ଏକରଙ୍ଗୀ (monochromatic) । ଏହି ରଶ୍ମିରେ ଆଉ ଅନ୍ୟ ରଙ୍ଗ ମିଶି ନଥାଏ । ଏହା ଶକ୍ତିଶାଳୀ (powerful) ରଶ୍ମି ଅଟେ । ଏହି ରଶ୍ମିଟି କେବଳ ଗୋଟିଏ ଦିଗରେ ସୀମିତ ରହେ । ଅର୍ଥାତ୍ ଗୋଟେ ମହମ ବତୀକୁ ଅନ୍ଧାର ଘରେ ଜାଳିଲେ ସେଥିରୁ ଆଲୋକ ମହମବତୀର ଚାରି ଦିଗକୁ ବିଚ୍ଛୁରିତ ହୁଏ । କିନ୍ତୁ ଲେଜର୍ ରଶ୍ମି ଗୋଟିଏ ଦିଗକୁ ଗତି କରିବ ଯେଉଁ ଦିଗକୁ ଲେଜର୍ ଉତ୍ସ (laser source)ଟିକୁ ମୁହାଁଇ ଦିଆଯିବ । ଏହାକୁ ଆହୁରି ସରଳରେ କହିଲେ-ଲେଜର୍ ଟର୍ଚ୍ଚ (laser torch)ଟିକୁ ଚନ୍ଦ୍ର ପୃଷ୍ଠକୁ ମୁହାଁଇ ଦେଲେ ଲେଜର୍ ରଶ୍ମି ଚନ୍ଦ୍ର ଉପରେ ଟର୍ଚ୍ଚରୁ ଯେମିତି ଚକଡ଼ାଏ ଆଲୋକ ପଡ଼େ, ସେମିତି ଚନ୍ଦ୍ର ପୃଷ୍ଠରେ ଚକଡ଼ାଏ ଆଲୋକ (pacth of light) ହେବ । ଏଥିରୁ ବୁଝୁଥିବ ଲେଜର୍ ରଶ୍ମି କେତେ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଓ ଚାରିଆଡ଼କୁ ବାଟରେ ଖେଳେଇ ନହୋଇ

ଗୋଟିଏ ସରଳ ରେଖାରେ ଦୂର ଦୂରାନ୍ତକୁ ପଠାଯାଇ ପାରେ । ଏଠାରେ କୁହାଯାଇ ପାରେ ଯେ ଚନ୍ଦ୍ର-ପୃଥିବୀର ବ୍ୟବଧାନ ଲେଜର୍-ରଶ୍ମି ଦ୍ୱାରା ଅତି ନିର୍ଭୁଲ୍ ଭାବେ ମପାଯାଇ ଥିଲା । ଏହାର ଉପଯୁକ୍ତ ଅତି ଗହନ କଥା । ପ୍ରକାରାନ୍ତରେ ଏହା ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କରିବା । ଆଜିକାଲି ଆଧୁନିକ ଯୁଗରେ ଏହାର ବ୍ୟବହାର ବହୁଳ । ଚକ୍ଷୁ-ପଟଳ ଉପରେ ଯେ କୌଣସି ଅସ୍ତ୍ରୋପଚାରର ନିର୍ଭୁଲ ଭାବେ ଲେଜର ରଶ୍ମି ଦ୍ୱାରା କରା-ଯାଇ ପାରୁଛି । ଏଣେ ଅସ୍ତ୍ରୋପଚାରରେ ରୋଗୀକୁ କଷ୍ଟ ହୁଏନାହିଁ । ଲେଜର ରଶ୍ମି ଦ୍ୱାରା ଯେଉଁ ଫଟୋଗ୍ରାଫି ଉଦ୍ଭାବିତ ହୋଇଛି ତାକୁ holography କହନ୍ତି । ଏହି ଫଟୋରେ ଲମ୍ବ, ଓସାର ଓ ମୋଟେଇ ଦେଖାଯାଇ ପାରେ । ଏହାକୁ ୩-ଡି ଫଟୋଗ୍ରାଫି କହନ୍ତି । କୌଣସି ଧାତୁକୁ କାଟିବାକୁ ହେଲେ ଲେଜର ରଶ୍ମି ଦ୍ୱାରା କଟାଯାଇ ପାରେ। ଏପରି କଟାରେ କେଉଁଠି କଟାଯାଇଛି, ତାହା ଜାଣି ପାରିବା ମୁସ୍କିଲ୍ ଲେଜର୍‌ର ଏହି ଧର୍ମକୁ ବ୍ୟବହାର କରି laser gun ମଧ୍ୟ ବାହାରିଲାଣି। ଏହାର ବ୍ୟବହାର ମୁଦ୍ରଣ କାର୍ଯ୍ୟରେ ମଧ୍ୟ ସୁନ୍ଦର ଭାବେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ସବୁଠାରୁ କୌତୂହଳର ବିଷୟ ଏହି ଯେ ଲେଜ୍‌ର ରଶ୍ମିକୁ ଦୂର ସଞ୍ଚାର (communication)ରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଉଛି । କାରଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ତରଙ୍ଗର ମାଧ୍ୟମ କେତୋଟି ବାର୍ତ୍ତା ଗୋଟିଏ ଜାଗାକୁ ପ୍ରେରଣ କରଯାଉଥିବା ବେଳେ ଲେଜର୍ ରଶ୍ମି ଦ୍ୱାରା ଶହ ଶହ ଭିନ୍ନ ରୂପର ବାର୍ତ୍ତା ପ୍ରେରଣ କରାଯାଇ ପାରିବ । ଏମିତି ଲେଜର୍ ରଶ୍ମି ବ୍ୟବହାର ମାନବ କଲ୍ୟାଣର ବହୁ ଦିଗରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

ଆକାଶକୁ ଅନେଇଲେ । ବେଳ ବୁଡ଼ିଲାଣି । ପୁଣିକୁ ସାଇକେଲରେ ଫିରିବାକୁ ପଡ଼ିବ । ବକ୍ତୃତାକୁ ଶେଷ କରି ପିଲାଙ୍କୁ ପଚାରିଲେ,

—ପିଲାଏ କେମିତି ଲାଗିଲା ଆଲୋକ ଚର୍ଚ୍ଚା।

—ସାର୍ । ଆଲୋକ ର ଏତେ କଥା ଅଛି ଆମେତ ଜାଣି-ନଥିଲୁ। ଏବେ କିନ୍ତୁ ଜଣାଗଲା ଆଲୋକ କ'ଣ ? କିନ୍ତୁ ସାର୍ ଆମ ସ୍କୁଲରେ ଥରେ ଆପଣ ବକ୍ତୃତା ଦିଅନ୍ତୁ । ଆମେ ଅନୁରୋଧ କରୁଛୁ ।

ରାମହରିବାବୁ—ଗୋପାଳବାବୁ ! ଆମ ସ୍କୁଲ୍‌ରେ ଆପଣ କେତୋଟି କଳ୍ପନା ଦେଇ ବିଜ୍ଞାନ ଚର୍ଚ୍ଚା ମାଧ୍ୟମରେ ଆଜି କେତୁଟା କଥା ବୁଝାନ୍ତୁ ! ଏତେ କଠିନ ବିଷୟଟାକୁ ଆପଣ ଆଜ ସରଳରେ ବୁଝାଇଦେଲେ !

—ହଉ, ମନୋରଞ୍ଜନ । ତେବେ କେଉଁ ବିଷୟ ଜାଣିବାକୁ ଚାହୁଁଛ ?

—ଯେମିତି ଆଲୋକ ଉପରେ ବୁଝାଇଲେ, ସେମିତି ଆମକୁ ଆର ଥର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉପରେ ଦି'ପଦ କହିବେ ।

ସାଇକେଲ୍ ଧରିଲ । ନାଲିରାସ୍ତାରେ ପୂର୍ବ ଅଞ୍ଚଳକୁ ଆଗେଇଲ ! ସୂର୍ଯ୍ୟର ଆଲୋକ ସେତେବେଳକୁ ଧିମେଇ ଆସିଲାଣି ।

—୦—